

Sampo Soimakallio, Mikael Hildén, Timo Lanki,  
Hanna Eskelinen, Niko Karvosenoja, Heli Kuusipalo,  
Ahti Lepistö, Tuomas Mattila, Hanna Mela, Ari Nissinen, Mika  
Ristimäki, Antti Rehunen, Anna Repo, Raimo Salonen, Mikko  
Savolahti, Jyri Seppälä, Pekka Tiittanen, Suvi Virtanen

## **Energia- ja ilmastostrategian ja keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelman ympäristövaikutusten arviointi**

Heinäkuu 2017

Valtioneuvoston selvitys-  
ja tutkimustoiminnan  
julkaisusarja 59/2017

# KUVAILULEHTI

<b>Julkaisija ja julkaisu-aika</b>	Valtioneuvoston kanslia, 6.7.2017		
<b>Tekijät</b>	Sampo Soimakallio, Mikael Hildén, Timo Lanki, Hanna Eskelinen, Niko Karvosenoja, Heli Kuusipalo, Ahti Lepistö, Tuomas Mattila, Hanna Mela, Ari Nissinen, Mika Ristimäki, Antti Rehunen, Anna Repo, Raimo Salonen, Mikko Savolahti, Jyri Seppälä, Pekka Tiittanen, Suvi Virtanen		
<b>Julkaisun nimi</b>	Energia- ja ilmastostrategian ja keskipitkän aikavälin ilmastopoliitikan suunnitelman ympäristövaikutusten arviointi		
<b>Julkaisusarjan nimi ja numero</b>	Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 59/2017		
<b>Asiasanat</b>	Energia- ja ilmastostrategia, keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelma, KAISU, ympäristövaikutusten arviointi		
<b>Julkaisun osat/ muut tuotetut versiot</b>	21/2017, 57/2017		
<b>Julkaisu-aika</b>	Heinäkuu, 2017	<b>Sivuja</b> 54	<b>Kieli</b> Suomi

## Tiivistelmä

Tässä raportissa esitetään energia- ja ilmastostrategian ja keskipitkän aikavälin ilmastopoliitikan suunnitelman (KAISU) ympäristövaikutusten arviointi, joka on tehty osana Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:n koordinoimaa Kestävä energia- ja ilmastopoliittikka ja uusiutuvien rooli Suomessa (KEIJU) -hanketta. Ympäristövaikutusten arviointia koordinoi SYKE. Arviointi keskittyy tunnistettuihin potentiaalsiin ympäristövaikutuksiin. Aiheen laajuuden vuoksi suuri osa arvioinnista on laadullista.

Linjaukset ja toimet vaikuttavat toteutuessaan erikseen ja yhdessä muiden politiikkatoimien kanssa ilmastonmuutokseen, luonnon monimuotoisuuteen ja vesistöihin, ilmansaasteisiin sekä ihmisten terveyteen ja elinoloihin. Puun ja biopolttoaineiden käytöllä on tärkeä asema strategiassa ja KAISUssa, minkä vuoksi siihen kiinnitettiin erityistä huomiota. Tavoiteltu kotimaisen puunkäytön lisäys pienentää metsien hiilinielua. Sen vuoksi Suomen päästöjen ja nielu- jen yhteenlaskettu vaikutus ilmakehän hiilidioksidipitoisuuteen pysyy suurin piirtein nykytasolla vuoteen 2030 saakka. Puunkorjuun lisäyksellä voi myös olla haitallisia vaikutuksia luonnon monimuotoisuuteen ja vesistöihin. Haitallisia vaikutuksia voidaan rajoittaa hakkuiden suuntaamisella sekä tehostamalla suojelutoimenpiteitä. Ilmansaasteiden päästöjen arvioidaan vähentyvän merkittävästi vuoteen 2030 mennessä, mutta strategian ja KAISU:n toimien arvioidaan vaikuttavan kehitykseen vain vähän. Materiaalitehokkuuteen ja mineraalivarojen louhintaan toimilla ei myöskään arvioida olevan juurikaan suoraa vaikutusta. Sen sijaan linjaukset ja toimet luovat paineita kehittää elinoloja ja - tapoja, joiden seurauksena kasvihuonekaasupäästöt liikkumisessa ja asumisessa sekä muussa kulutuksessa vähenevät. Linjausten ja toimien käytännön toteutuksen yksityiskohdat määräävät, mitä hyvinvointivaikutuksia niillä on eri väestöryhmissä.

Vaikutusten moninaisuuden takia on tärkeää, että strategian ja suunnitelman toimeenpanoa seurataan monipuolisesti. Monipuolinen seuranta auttaa tunnistamaan myös ennakoimattomia vaikutuksia.

## Liite 1 Eri sektoreiden toimien ympäristövaikutukset

Tämä julkaisu on toteutettu osana valtioneuvoston vuoden 2016 selvitys- ja tutkimussuunnitelman toimeenpanoa (tietokayttoon.fi).

Julkaisun sisällöstä vastaavat tiedon tuottajat, eikä tekstisisältö välttämättä edusta valtioneuvoston näkemystä.

# PRESENTATIONSBLAD

<b>Utgivare &amp; utgivningsdatum</b>	Statsrådets kansli, 6.7.2017		
<b>Författare</b>	Sampo Soimakallio, Mikael Hildén, Timo Lanki, Hanna Eskelinen, Niko Karvosenoja, Heli Kuusipalo, Ahti Lepistö, Tuomas Mattila, Hanna Mela, Ari Nissinen, Mika Ristimäki, Antti Rehunen, Anna Repo, Raimo Salonen, Mikko Savolahti, Jyri Seppälä, Pekka Tiittanen, Suvi Virtanen		
<b>Publikationens namn</b>	Konsekvensanalyser av energi- och klimatstrategi: Sammanfattande rapporten		
<b>Publikationsseriens namn och nummer</b>	Publikationsserie för statsrådets utrednings- och forskningsverksamhet 59/2017		
<b>Nyckelord</b>	Energi- och klimatstrategin, klimatpolitiska planen på medellång sikt, KAISU, miljökonsekvensbedömning		
<b>Publikationens delar /andra producerade versioner</b>	21/2017, 57/2017		
<b>Utgivningsdatum</b>	juli, 2017	<b>Sidantal</b> 54	<b>Språk</b> Finska

## Sammandrag

Rapporten presenterar miljökonsekvensbedömningen av den nationella energi- och klimatstrategin och den klimatpolitiska planen på medellång sikt (KAISU). Bedömningen har gjorts som en del av forskningsprojektet "Hållbar energi- och klimatpolitik samt den förnybara energins roll i Finland" (KEIJU) lett av Teknologiska forskningscentralen VTT Ab. Konsekvensbedömningen koordinerades av SYKE. Bedömningen är fokuserad på kända potentiella miljöeffekter. På grund av ämnets omfattning är en stor del av analyserna kvalitativa.

Linjedragningarna och åtgärderna har enskilt och tillsammans med andra politikåtgärder konsekvenser för klimatförändringen, naturens mångfald, vattendragen, luftföroreningar samt människors hälsa och levnadsförhållanden. Särskild uppmärksamhet fästes vid användningen av trä och biobränslen som har en central roll i strategin och planen. Målsättningen att öka den inhemska träanvändningen minskar skogarnas kolsänkor. Summan av utsläppsminskningen och de minskade sänkorna innebär att Finlands sammantagna inverkan på atmosfärens koldioxidhalt hålls ungefär på nuvarande nivå fram till 2030. De ökade virkesuttaget kan också påverka naturens mångfald och vattendragen negativt. Genom att styra virkesuttaget och effektivisera skyddsåtgärderna kan de negativa konsekvenserna begränsas. Utsläppen av luftföroreningar bedöms minska betydligt fram till 2030, men strategin och planen bidrar rätt litet till utvecklingen. Åtgärderna har även liten direkt påverkan på materialeffektiviteten eller exploateringen av mineral. Däremot skapar linjedragningarna och åtgärderna ett tryck på att utveckla livsstilar och levnadsförhållanden som gör det möjligt att minska utsläppen av växthusgaser förorsakade av boende, kommunikationer och övrig konsumtion. Linjedragningarnas och åtgärdernas detaljgenomförande bestämmer vilka effekterna blir på olika befolkningsgruppers levnadsförhållanden och välfärd.

På grund av konsekvensernas mångfald är det viktigt att uppföljningen av strategin och planen är mångsidig. En mångsidig uppföljning underlättar också identifieringen av oförutsedda konsekvenser.

**Bilaga 1** De sektorspecifika åtgärdernas miljökonsekvenser (på finska)

Den här publikation är en del i genomförandet av statsrådets utrednings- och forskningsplan för 2016 (tietokayttoon.fi/sv).

De som producerar informationen ansvarar för innehållet i publikationen. Textinnehållet återspeglar inte nödvändigtvis statsrådets ståndpunkt

## DESCRIPTION

<b>Publisher and release date</b>	Prime Minister's Office, 6.7.2017		
<b>Authors</b>	Sampo Soimakallio, Mikael Hildén, Timo Lanki, Hanna Eskelinen, Niko Karvosenoja, Heli Kuusipalo, Ahti Lepistö, Tuomas Mattila, Hanna Mela, Ari Nissinen, Mika Ristimäki, Antti Rehunen, Anna Repo, Raimo Salonen, Mikko Savolahti, Jyri Seppälä, Pekka Tiittanen, Suvi Virtanen		
<b>Title of publication</b>	Environmental impact assessment of the Energy and Climate strategy and Medium-term Climate Change Policy Plan		
<b>Name of series and number of publication</b>	Publications of the Government's analysis, assessment and research activities 59/2017		
<b>Keywords</b>	Energy and climate strategy, Climate change policy plan, medium-term, KAISU, environmental impact assessment		
<b>Other parts of publication/ other produced versions</b>	21/2017, 57/2017		
<b>Release date</b>	July, 2017	<b>Pages</b> 54	<b>Language</b> Finnish

### Abstract

The report presents the environmental impact assessment of the national energy and climate strategy and the national medium-term climate change policy plan (KAISU). The assessment has been carried out as part of the research project 'Sustainable Energy and Climate Policy and the Role of Renewables in Finland (KEIJU)' led by VTT Technical Research Centre of Finland Ltd. The assessment was coordinated by the Finnish Environment Institute and focuses on known and potential impacts. Due to the wide topic a large part of the assessment is qualitative.

The policy statements and measures will individually and jointly with other policy measures have consequences for climate change, biodiversity, surface water and air pollution, and citizens' health and living conditions. The use of wood and biofuels plays an important role in the strategy and the plan and has therefore been examined in detail. The goal to increase domestic wood use reduces forest carbon sinks. The sum of the emission reductions and reduced sinks implies that Finland's impact on the atmospheric CO<sub>2</sub> concentration remains approximately constant until 2030. The increasing cuttings can also affect biodiversity and surface waters negatively. By steering the cuttings and improving biodiversity protection it is possible to reduce the negative impacts. Emissions of air pollutants are estimated to drop significantly by 2030, but the role of the strategy and the plan is rather small. The measures also have only minor direct impacts on material efficiency and the exploitation of mineral resources. The policy statements and measures create, however, pressure to develop life styles and living conditions that allow a reduction of emissions from housing, transport and other consumption. The detailed implementation of the statements and measures determines how living conditions and welfare of different groups of citizens will be affected.

Due to the diversity of the impacts it is important that the strategy and the plan are monitored extensively. Broad enough monitoring will also make it easier to identify unanticipated impacts.

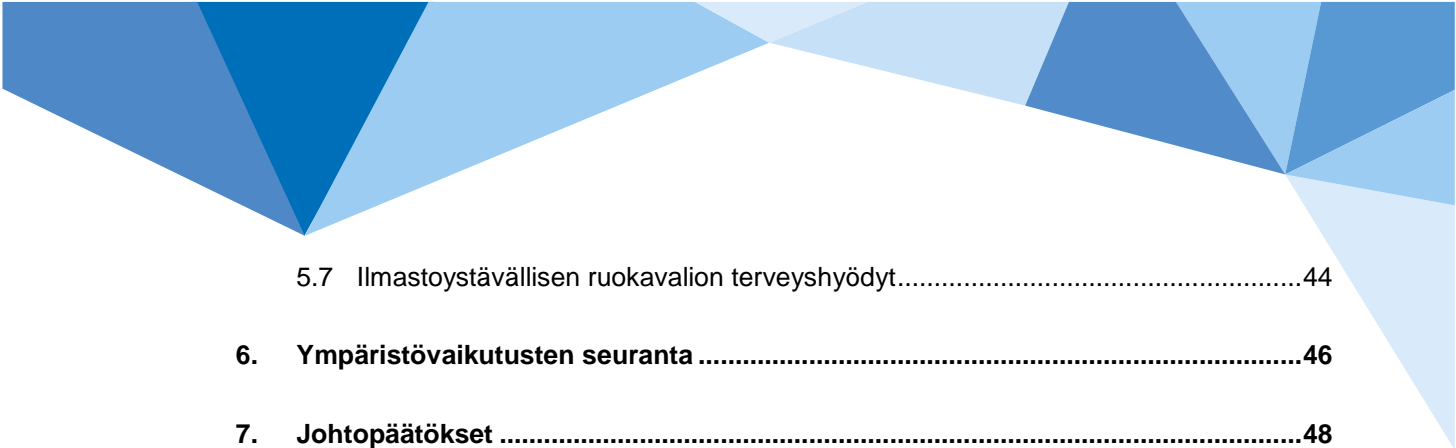
**Appendix 1** Environmental impacts of sector specific measures (in Finnish)

This publication is part of the implementation of the Government Plan for Analysis, Assessment and Research for 2016 ([tietokayttoon.fi/en](http://tietokayttoon.fi/en)).

The content is the responsibility of the producers of the information and does not necessarily represent the view of the Government.

# SISÄLLYS

<b>1. Johdanto</b> .....	<b>7</b>
<b>2. Menetelmät</b> .....	<b>8</b>
<b>3. Arvio nykyisistä politiikkatoimista</b> .....	<b>10</b>
3.1 Tuulivoima .....	10
3.2 Öljy.....	10
3.3 Kivihiili.....	11
3.4 Turve.....	11
3.5 Energiatehokkuus.....	11
3.6 Asuinrakennukset.....	11
3.7 Liikenne .....	12
<b>4. Yleiskuva energia- ja ilmastostrategian ympäristövaikutuksista</b> .....	<b>13</b>
4.1 Vaikutukset kasvihuonekaasujen päästöihin.....	14
4.2 Metsätalous ilmastonmuutoksen hillinnässä .....	18
4.3 Kasvihuonekaasujen nettopäästöjen kehitys Suomessa .....	20
4.4 Vaikutukset resurssitehokkuuteen.....	22
Materiaalitehokkuus.....	22
Mineraalivarantojen köyhtyminen .....	23
Elinkaariset kasvihuonekaasupäästöt .....	23
4.5 Metsätalouden vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen .....	24
4.6 Metsätalouden vesistövaikutukset.....	26
4.7 Vaikutukset ilmanlaatuun.....	26
4.8 Yhdyskuntarakenteen muutosten vaikutukset.....	33
4.9 Muut ilmastotavoitteiden saavuttamisen keskeiset vaikutukset elinoloihin .....	36
<b>5. Yleiskuva keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelman ympäristövaikutuksista</b> ....	<b>38</b>
5.1 Vaikutukset päästökaupparektorilla ja Suomen rajojen ulkopuolella.....	39
5.2 Biopolttoaineiden tuotannon lisäämisen vaikutukset.....	40
5.3 Maatalouden toimien vaikutukset .....	41
5.4 Vaikutukset materiaalitehokkuuteen ja mineraalivarojen köyhtymiseen .....	41
5.5 Vaikutukset ilmanlaatuun, terveyteen ja elinoloihin.....	41
5.6 Kuluttajavalinnat KAISU:n tavoitteiden saavuttamisessa.....	43



5.7 Ilmastoystävällisen ruokavalion terveyshyödyt.....	44
<b>6. Ympäristövaikutusten seuranta .....</b>	<b>46</b>
<b>7. Johtopäätökset .....</b>	<b>48</b>
<b>LÄHTEITÄ JA TAUSTA-AINEISTOJA .....</b>	<b>49</b>
<b>Liite 1. ERI SEKTOREIDEN TOIMIEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET .....</b>	<b>55</b>
Energiankäyttöä koskevat linjaukset .....	55
Taakanjakosektoria koskevien linjausten ja toimien ympäristövaikutukset.....	64
Nielupolitiikka .....	82
Sähkömarkkinat ja kaasumarkkinat.....	84
Energiatehokkuus .....	87
Ilmastonmuutokseen sopeutuminen .....	89
Energiateknologia ja -innovaatiot.....	90

# 1. JOHDANTO

Vuonna 2016 valmisteltiin Juha Sipilän hallituksen energia- ja ilmastostrategia. Samoihin aikoihin sen rinnalla valmisteltiin ilmastolain (609/2015)<sup>1</sup> edellyttämä keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelma (KAISU), joka täydentää ja konkretisoi energia- ja ilmastostrategiassa esitettyjä päästövähennyslinjauksia ja -toimia taakanjakosektorin osalta. Energia- ja ilmastostrategia valmistui loppuvuodesta 2016<sup>2</sup> ja KAISU:n luonnos lähetettiin lausunnonlehtien kautta toukokuussa 2017<sup>3</sup>.

Energia- ja ilmastostrategian ja KAISU:n vaikutuksia on tarkasteltu valtioneuvoston kanslian tilaamassa (VNK/TEAS 4.1.1) *Kestävä energia- ja ilmastopolitiikka ja uusiutuvien rooli Suomessa* (KEIJU) -hankkeessa<sup>4</sup>. Hanke on toteutettu yhteistyössä Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:n, Suomen ympäristökeskuksen (Syke), Luonnonvarakeskuksen (Luke), Terveystieteiden tutkimuskeskuksen (THL) ja Helsingin yliopiston (HY) kanssa. Hanketta koordinoi VTT.

Sekä Energia- ja ilmastostrategia että keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelma (KAISU) kuuluvat SOVA-lain (200/2005)<sup>5</sup> yleisen soveltamisalan piiriin. Lain mukaan viranomaisen tulee selvittää ja arvioida valmistelemissään suunnitelmien ja ohjelmien ympäristövaikutukset (SOVA), jos niiden toteuttaminen voi vaikuttaa merkittävästi esimerkiksi ihmiseen, luontoon ja sen monimuotoisuuteen, rakennettuun ympäristöön, maisemaan tai luonnonvaroihin (§ 3).

SOVA-arviointi on toteutettu osana KEIJU-hanketta. Hankkeen SOVA-arviointia koordinoi SYKE. Hankkeessa laadittiin vaikutusten arvioinnit ensin energia- ja ilmastostrategialle ja myöhemmin KAISU:lle. Yhteenveto vaikutusten arvioinnin tuloksista julkaistiin helmikuussa 2017 energia- ja ilmastostrategian osalta<sup>6</sup> ja heinäkuussa 2017 KAISU:n osalta<sup>7</sup>. Tässä raportissa tarkastellaan energia- ja ilmastostrategiassa ja KAISU:ssa eri sektoreille esitettyjen linjausten ja toimien merkittävimpiä potentiaalisia ympäristövaikutuksia. Määrällinen arvio linjausten ja toimien vaikutuksista kasvihuonekaasupäästöihin Suomessa on esitetty erikseen KEIJU-hankkeen yhteenvetoraporteissa<sup>6,7</sup>.

Luvussa 2 esitetään pääperiaatteet lähestymistavoista ja menetelmistä, joita ympäristövaikutusten arvioinnissa on käytetty. Luvussa 3 arvioidaan lyhyesti nykyisten politiikkatoimien riittävyyttä uusiin tavoitteisiin nähden ja suhdetta uusiin politiikkatoimiin verrattuna. Ympäristövaikutuksia tarkastellaan sekä vaikutuskohtaisesti että linjaus- ja toimikohtaisesti. Vaikutuskohtaiset tarkastelut on esitetty energia- ja ilmastostrategian osalta luvussa 4 ja KAISU:n osalta luvussa 5. Yksittäisten linjausten ja toimien merkittävimpiä potentiaalisia ympäristövaikutuksia on lisäksi tarkasteltu liitteessä 1 taulukoissa L1–L23. Luvussa 6 käsitellään lyhyesti ympäristövaikutusten seuranta ja sen merkitystä strategioiden laadinnassa ja vaikutusten arvioinnissa.

<sup>1</sup> FINLEX 609/2015. Ilmastolaki. Annettu Helsingissä 22 päivänä toukokuuta 2015. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150609>

<sup>2</sup> Valtioneuvosto 2017. Valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030. Huttunen R. (toim.). Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 4/2017.

<sup>3</sup> Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelma vuoteen 2030. Luonnos lausunnotkierrosta varten. Toukokuu 2017. <http://www.ym.fi/download/noname/%7BE77511DD-FBCA-4FAA-8FDE-A863ED8728EC%7D/127545>

<sup>4</sup> [http://tietokaytoon.fi/hankkeet/hanke-esittely/-/asset\\_publisher/kestava-energia-ja-ilmastopolitiikka-ja-uusiutuvien-rooli-suomessa-keiju-](http://tietokaytoon.fi/hankkeet/hanke-esittely/-/asset_publisher/kestava-energia-ja-ilmastopolitiikka-ja-uusiutuvien-rooli-suomessa-keiju-)

<sup>5</sup> FINLEX 200/2005. Laki viranomaisten suunnitelmien ja ohjelmien ympäristövaikutusten arvioinnista. Annettu 8.4.2005. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2005/20050200>

<sup>6</sup> Koljonen, T., Soimakallio, S., Asikainen, A., Lanki, T., Anttila, P., Hildén, M., Honkatukia, J., Karvosenoja, N., Lehtilä, A., Lehtonen, H., Lindroos, T.J., Regina, K., Salminen, O., Savolahti, M., Siljander, R., Tiittanen, P. (2017). Energia- ja ilmastostrategian vaikutusarviot: Yhteenvetoraportti. VNK 21/2017.

<sup>7</sup> Koljonen, T., Soimakallio, S., Ollikainen, M., Lanki, T., Asikainen, A., Ekholm, T., Hildén, M., Honkatukia, J., Lehtilä, A., Saarinen, M., Seppälä, J., Similä, L., Tiittanen, P. (2017). Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelman vaikutusarviot. Valtioneuvoston selvitys- ja julkaisutoiminnan julkaisusarja 57/2017.

## 2. MENETELMÄT

Käytetty ympäristövaikutusten määritelmä on laaja ja on SOVA-lain (200/2005) § 2 pykälän mukainen. Ympäristövaikutuksella tarkoitetaan suunnitelman tai ohjelman välitöntä ja välillistä vaikutusta Suomessa ja sen alueen ulkopuolella:

- a) ihmisten terveyteen, elinoloihin ja viihtyvyyteen;
- b) maaperään, vesiin, ilmaan, ilmastoon, kasvillisuuteen, eliöihin ja luonnon monimuotoisuuteen;
- c) yhdyskuntarakenteeseen, rakennettuun ympäristöön, maisemaan, kaupunkikuvaan ja kulttuuriperintöön;
- d) luonnonvarojen hyödyntämiseen;
- e) a–d alakohdassa mainittujen tekijöiden keskinäisiin vuorovaikutussuhteisiin.

Määritelmän laajuudesta johtuen merkittävä osa tarkastelusta on laadullista. Arvioinnissa on pyritty tunnistamaan esitettyjen linjausten ja toimien merkittävimpiä ympäristönäkökulmia ja osa-alueita, joiden ympäristövaikutuksiin tulisi paneutua keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan toimeenpanovaiheessa ja vaikutusten seurannassa. Tällaisia ovat erityisesti vaikutukset kasvihuonekaasujen päästöihin ja ilmastonmuutokseen, vaikutukset ilmansaasteisiin ja edelleen ihmisten terveyteen sekä vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen, metsien hiilinieluihin ja vesistöihin. Lisäksi on tarkasteltu ohjauskeinoihin liittyviä keskeisiä sosioekonomisia tekijöitä.

Energia- ja ilmastostrategiassa on esitetty kasvihuonekaasupäästöjen kehitykselle perusura (ns. ”*with existing measures*” eli WEM-skenaario) vuoteen 2030 saakka. WEM-skenaariossa on oletettu, että nykyiset politiikkatoimet säilyisivät ennallaan. Arvion mukaan WEM-skenaariossa taakanjakosektorin päästöt eivät vähenny riittävästi, jotta Euroopan komission esitys taakanjakosektorin päästötavoitteeksi vuosille 2021–2030 voitaisiin täyttää. Sitä varten energia- ja ilmastostrategiassa esitetään politiikkaskenaario (ns. ”*with additional measures*” eli WAM-skenaario), jossa ehdotetut päästötavoitteet pyritään täyttämään sekä energia- ja ilmastostrategiassa että KAISU:ssa esitettyjen linjausten ja toimien avulla. WAM-skenaarion on lisäksi määrä täyttää pääministeri Juha Sipilän hallitusohjelmassa sovitut energia- ja ilmastotavoitteet.

Linjausten ja toimien ympäristövaikutuksia on arvioitu erikseen siten, että muiden tekijöiden on oletettu pysyvän muuttumattomina (ns. *ceteris paribus* -periaate). Linjauksiin ja toimiin liittyvien ympäristövaikutusten luonnetta ja laajuutta on siis periaatteessa lähestytty vertaamalla tilannetta, jossa yksittäinen linjaus tai toimi toteutetaan tilanteeseen, joka on identtinen, lukuun ottamatta linjauksen tai toimen toteuttamista. Välilliset vaikutukset on yleisesti ottaen sivuutettu. Esimerkiksi jos linjaukseen tai toimeen kohdistuu verohelpotuksia tai tukia, ei vaikutusten arvioinnissa ole huomioitu sitä, mitä kertymättä jääneillä verovaroilla tai käytetyillä tukivaroilla olisi tehty tilanteessa, jossa linjausta tai toimea ei olisi toteutettu. Koska yksittäiset toimet ja linjaukset vaikuttavat myös toisiinsa, ei niihin kohdistettavia vaikutuksia ole kokonaan voitu arvioida yksiselitteisesti vain yksittäisille linjauksille tai toimille. Vaikutus voi syntyä yhteisvaikutuksena. Joiltakin osin on tällöin arvioitu toimien ja linjausten yhteisvaikutuksena syntyvää kokonaisvaikutusta.



Vaikutukset ilmenevät Suomessa ja osittain Suomen rajojen ulkopuolella. Kasvihuonekaasujen osalta vaikutuksia ilmenee Suomessa taakanjakosektorin lisäksi myös päästökauppasektorilla, maankäyttösektorilla (LULUCF) tai kokonaan Suomen rajojen ulkopuolella.

Kirjallisuuden lisäksi vaikutusten arvioinnissa on hyödynnetty KEIJU-hankkeessa VTT:n laatimia arvioita energiajärjestelmään ja kasvihuonekaasupäästöihin sekä LUKE:n laatimia arvioita metsänlaluihin kohdistuvista vaikutuksista<sup>6,7</sup>. Sen lisäksi on hyödynnetty ENVIMAT-mallia (Suomen talouden materiaalivirtojen ympäristövaikutukset)<sup>8</sup> ja FRES-mallia (ilmansaasteiden päästöjen ja niiden vaikutusten alueellinen päästöskenaariomalli)<sup>9</sup>. Pienhiukkasten terveyshaittojen arviointia varten SYKE:n mallintamat hiukkaspitoisuudet yhdistettiin väkilukuun 250 m x 250 m -ruutukoossa<sup>10</sup>. Vaikutusarviointi tehtiin myös käyttäen Tilastokeskuksen vuoden 2015 kunta- ja ikäryhmäkohtaista väestöennustetta vuodelle 2030. Väestöennusteen mukainen väkiluku jaettiin karttaruutuihin vuoden 2015 ruutukohtaista jakaumaa noudattaen. Pienhiukkasten vaikutukset kuolleisuuteen arvioitiin ikäryhmässä 30 vuotta ja vanhemmat ja vaikutukset sairaaläkäynteihin (sairastuvuus) kaiken ikäisissä. Käytetty tautikuolleisuuden taustariski perustuu Tilastokeskuksen väestö- ja kuolemansyytilastoihin, sairastuvuuden taustariski Eurostatin<sup>11</sup> tilastoihin vuoden 2014 kotiutuksista, joissa sairaalahoito on kestänyt vähintään yön yli. Altiste-vastefunktiot valittiin WHO:n suositusten mukaisesti<sup>12</sup>.

Ympäristövaikutusten arviointia koskevan tarkastelun lähtökohtana on ollut yleinen arvio mahdollisista ympäristövaikutuksista. Tarkastelua varten asiantuntijat ovat koonneet eri lähteistä tarkempia arvioita siitä, mitä kehityssuuntia esitetyt toimet voivat toteutuessaan vahvistaa ja mitä mahdollisia vaikutuksia toimet voivat korostaa.

---

<sup>8</sup> [http://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus\\_kehittaminen/Tutkimus\\_ja\\_kehittamishankkeet/Hankkeet/Suomen\\_talouden\\_materiaalivirtojen\\_ymparistovaikutukset\\_ENVIMAT/Suomen\\_talouden\\_materiaalivirtojen\\_ympar%289945%29](http://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Tutkimus_ja_kehittamishankkeet/Hankkeet/Suomen_talouden_materiaalivirtojen_ymparistovaikutukset_ENVIMAT/Suomen_talouden_materiaalivirtojen_ympar%289945%29)

<sup>9</sup> Karvosenoja, N. 2008. Emission scenario model for regional air pollution. Monographs Boreal Environ. Res. 32.

<sup>10</sup> Tilastokeskus. <https://www.stat.fi/tup/ruututietokanta/index.html>

<sup>11</sup> <http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&plugin=1&language=en&pcode=tps00048>

<sup>12</sup> WHO 2013. Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project. Recommendations for concentration–response functions for cost–benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide. World Health Organization, Regional Office for Europe, Bonn, pp. 60.

## 3. ARVIO NYKYISISTÄ POLITIIKKATOIMISTA

*Hanna Eskelinen ja Sampo Soimakallio, SYKE*

Energia- ja ilmastostrategiassa<sup>2</sup> esitetyn arvion mukaan Suomi on saavuttamassa kotimaisin toimin ja päästökiihtöiden ajallisella siirrolla EU:n vuodelle 2020 asettaman taakanjakosektorin päästövähennystavoitteen (-16 % vuoteen 2005 verrattuna). Suomi on veloitteen kolmena ensimmäisenä vuonna (2013–2015) joka vuosi alittanut tavoitepolun kyseisen vuosikohdaisen päästömäärän. Päästöjen vähentyminen on ollut seurausta talouden suhdanteista, lämmitystarpeen muutoksista ja nykyisten politiikkatoimien vaikutuksista.

Nykyiset energia- ja ilmastopoliittiset toimenpiteet on pitkälti linjattu vuoden 2013 energia- ja ilmastostrategiassa<sup>13</sup>. Korjausrakentamisen uudet energiatehokkuusvaatimukset sekä biohajoavan jätteen kaatopaikkasijoituksen rajoittaminen ovat merkittävimmät toimet, jotka on linjattu vuoden 2013 strategian jälkeen. Seuraavassa tarkastellaan lyhyesti, miten vuosina 2013 ja 2016 annetut strategiat ovat linjassa toistensa kanssa keskeisten energialähteiden ja energian kulutussektoreiden suhteen.

### 3.1 Tuulivoima

Vuoden 2013 strategiassa tuulivoiman tuotantotavoitteeksi asetettiin 9 TWh vuoteen 2025 mennessä aiemmin vuodelle 2020 asetetun 6 TWh:n lisäksi. Tuulivoimalla tuotettiin vuoden 2016 aikana sähköä yhteensä 3,1 TWh ja koko Suomen sähkönkulutuksesta tuulivoimalla katettiin 3,6 prosenttia<sup>14</sup>. Tuulivoiman vuoden 2020 tavoitteen saavuttaminen vaikuttaa toteutuvan, koska valmiiksi luvitettuja tuulivoimahankkeita on arviolta noin 6 TWh:n vuosituotantoa vastaava kapasiteetti. Tuulivoiman lisäys tulee kuitenkin tulevaisuudessa mahdollisesti hidastumaan merkittävästi 2010-luvun kehitykseen verrattuna, koska nykyisenkaltaisesta tuulivoiman syöttötariffijärjestelmästä tullaan vuoden 2016 strategian mukaisesti luopumaan. Yli-menokauden ratkaisuna käyttöön otetaan teknologianeutraalit tarjouskilpailut, joiden perusteella maksetaan sähkön tuotantotukea ainoastaan kustannustehokkaimmille ja kilpailukykyisimmille uusiutuvan sähkön tuotantoinvestoinneille. Vuosina 2018–2020 toteutettaisiin tarjouskilpailu yhteensä 2 TWh:n sähköntuotannosta.

### 3.2 Öljy

Öljyn käyttöön liittyen vuoden 2016 strategian linjaukset vuodelle 2030 etenevät linjassa vuoden 2013 strategian linjauksen kanssa. Vuoden 2013 strategiassa tavoiteltiin mineraaliöljyn käytön vähentämistä noin 20 %:lla vuoteen 2020 mennessä. Pääosa vähennyksestä tulisi tieliikenteestä ja loput öljylämmityksen korvaamisesta. Vuoden 2030 strategian linjauksilla tavoitellaan tuontiöljyn käytön kotimaan tarpeiden puolittamista 2020-luvun aikana. Nykyisillä toimenpiteillä ei kuitenkaan vielä saavuteta vuoden 2030 strategian tavoitteita. Fossiilisen öljyn määrä on WEM-skenaarion mukaan vuonna 2030 arviolta 57 TWh, mikä on runsaat 12 TWh enemmän kuin tuontiöljyn puolittamisen tavoitemäärä 44 TWh. Tilastokeskuksen<sup>15</sup> mukaan Suomessa kulutettiin vuonna 2016 noin 86 TWh:n edestä öljyä.

<sup>13</sup> TEM 2013. Kansallinen energia- ja ilmastostrategia. Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 20. päivänä maaliskuuta 2013 VNS 2/2013 vp. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja, Energia ja ilmasto 8/2013.

<sup>14</sup> Tuulivoimayhdistys. Tuulivoima Suomessa. <http://www.tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta/tietoa-tuulivoimasta/tuulivoima-suomessa-ja-maailmalla/tuulivoima-suomessa>. (Viitattu 26.6.2017).

<sup>15</sup> Tilastokeskus. Energia. <http://tilastokeskus.fi/til/ene.html> (Viitattu 26.6.2017).

### 3.3 Kivihiili

Vuonna 2016 Suomessa käytettiin kivihiiltä sähkön- ja lämmöntuotannossa 22,6 TWh<sup>15</sup>. Vaikka määrä oli 31 % enemmän kuin vuonna 2015, oli vuoden 2016 kulutus selvästi pienempää pidemmän ajan keskiarvoihin verrattuna ja kulutuksen trendi onkin ollut laskeva jo yli 10 vuoden ajan<sup>15</sup>. Vuoden 2013 strategiassa linjattiin, että kivihiilen voimalaitoskäyttö pääosin syrjäytyy vuoteen 2025 mennessä. Vuoden 2016 strategiassa kivihiilen energiakäytön vähenemisen on arvioitu jatkuvan ilman uusia politiikkatoimia. WEM-skenaarion mukaan vuonna 2030 kivihiilen käyttö sähkön ja lämmön tuotannossa on 3–7 TWh lauhdetuotannon määrästä riippuen. Vuoden 2016 strategiassa on linjattu, että Suomi luopuu kivihiilen energiakäytöstä vuoteen 2030 mennessä pienin poikkeuksin.

### 3.4 Turve

Tilastokeskuksen<sup>15</sup> ennakkotiedon mukaan turvetta käytettiin 15,3 TWh vuonna 2016. Sekä vuoden 2013 että 2016 strategiat tavoittelevat turpeen energiakäytön vähentämistä. Vuoden 2013 strategiassa tavoitteeksi asetettiin, että turpeen energiakäyttöä vähennetään suunnitelmallisesti siten, ettei se korvaudu kivihiilellä. Vuoden 2016 strategiassa turpeen verotuksella pyritään varmistamaan, että turve ei ole kilpailukykyisempi kuin metsähake tai metsäteollisuuden sivutuotteet, mutta kuitenkin kilpailukykyisempi kuin kivihiili ja muut fossiiliset tuontipolttoaineet. Päästökaupan ulkopuolelle jäävässä lämmön erillistuotannossa turve on hyvin kilpailukykyinen polttoaine. Metsähake ei pääsääntöisesti pysty kilpailemaan turpeen kanssa näissä kohteissa. Myöskään puru ja kuori eivät välttämättä ole kilpailukykyisiä turpeen veron ollessa nykytasolla. Metsähakkeen parempi kilpailukyky turpeeseen verrattuna sähkön ja lämmön yhteistuotannossa varmistetaan metsähakesähkön tuotantotukijärjestelmällä.

### 3.5 Energiatehokkuus

Energian loppukulutus vuonna 2014 oli noin 300 TWh<sup>2</sup>. Energian loppukulutuksen tavoitteeksi asetettiin vuoden 2013 strategiassa enintään 310 TWh vuonna 2020. Vuoden 2016 strategiassa energian loppukulutuksen arvioitiin WEM-skenaariossa päätyvän noin 315 TWh:n tasolle ja politiikkalinjausten seurauksena noin 314 TWh:n tasolle vuonna 2030.

Vuoden 2016 strategiassa kiinnitetään kasvavaa huomiota erityisesti kuluttajien energiaterveystoimien aktivoimiseen sekä ajoneuvojen energiaterveystoimien parantamiseen. Suurten yritysten kohdalla tullaan luopumaan energiaterveystoimistusta, kun energiaterveystoimien edellyttämät pakolliset, suppeammat energiaterveystoimien toteutukset tulevat korvaamaan tukimenettelyyn.

### 3.6 Asuinrakennukset

Vuoden 2013 strategiassa on määritelty asuinrakennusten energiaterveystoimien parantamistavoitteet vuoteen 2030 saakka siten, että lämmitysenergian kulutuksen vähenemäksi on asetettu 20 % (15 TWh) verrattuna vuoden 2012 tasoon. Vuoden 2016 strategiassa lämmitysenergian käytön vähentymiselle ei ole esitetty uusia politiikkatoimia. Rakennusten jatkuva energiaterveystoimien parantaminen uudis- ja korjausrakentamisessa mainitaan uuden Höylä-sopimuksen mukaisesti yhtenä keinona vähentää rakennusten erillislämmityksestä aiheutuvia päästöjä. Lisäksi vuoden 2016 strategiassa toteutetaan informaatio-ohjausta rakennusten

energiatehokkaasta käytöstä, pienennetään rakennusmateriaalien ja -tuotteiden hiilijalanjälkeä rakentamisessa sekä edistetään puurakentamista ja materiaalitehokkuutta. Vuoden 2016 strategiassa esitetyn arvion mukaan asuin- ja palvelurakennusten energiankulutus kasvaisi vuoden 2014 tasosta vuoteen 2020 mennessä ja pienenesi takaisin vuoden 2014 tasolle vuoteen 2030 mennessä.

### **3.7 Liikenne**

Liikenteen osalta vuoden 2016 strategia jatkaa vuoden 2013 strategian viitoittamalla linjalla tehostamalla liikennejärjestelmää ja ajoneuvokantaa sekä lisäämällä uusiutuvan energian ja polttomoottoreille vaihtoehtoisten käyttövoimien osuutta liikenteessä. Vuoden 2013 strategiassa energiatehokkuustoimenpiteillä tavoiteltiin vähintään 0,3 Mt CO<sub>2</sub> ylimääräistä päästövähennemää vuoteen 2020 mennessä ja samansuuruisia vähennemää kuluttajien kulkutapavalintoihin vaikuttamalla. Vuoden 2016 strategiassa liikennejärjestelmän energiatehokkuuden parantamisen kautta saatava päästövähennysvaikutus on arvioitu olevan 1 Mt CO<sub>2</sub> vuonna 2030. Ajoneuvojen energiatehokkuuden parantamisen kautta saatavan päästövähennyksen on puolestaan arvioitu olevan n. 0,6 Mt CO<sub>2</sub> vuonna 2030.

Uusiutuvien polttoaineiden rooli korostuu vuoden 2016 strategiassa liikenteen päästöjen vähennyksissä. Fossiilisten polttoaineiden korvaaminen uusiutuville polttoaineilla voisi tarkoittaa 1–2 Mt CO<sub>2</sub> päästövähennystä vuositasolla vuoden 2016 strategian mukaan. Biopolttoaineiden osuutta tieliikenteen energiankulutuksessa nostetaan nykyisen biopolttoaineiden jakeluvelvoitelainsäädännön vuonna 2020 edellyttämästä 13,5 prosentin energiasisällön fyysisestä osuudesta 30 prosenttiin vuoteen 2030 mennessä.

Vuoden 2016 strategiassa sähköautojen määräksi tavoitellaan vähintään 250 000 ja kaasukäyttöisten autojen määräksi 50 000 kappaletta vuoteen 2030 mennessä. Vuoden 2013 strategiassa sähkö- ja kaasuautoille ei asetettu määrällisiä tavoitteita. Vuonna 2015 sähkö- ja kaasuautoja oli kumpiakin käytössä lähes 2000 kappaletta<sup>6</sup>.

## 4. YLEISKUVA ENERGIA- JA ILMASTO-STRATEGIAN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSISTA

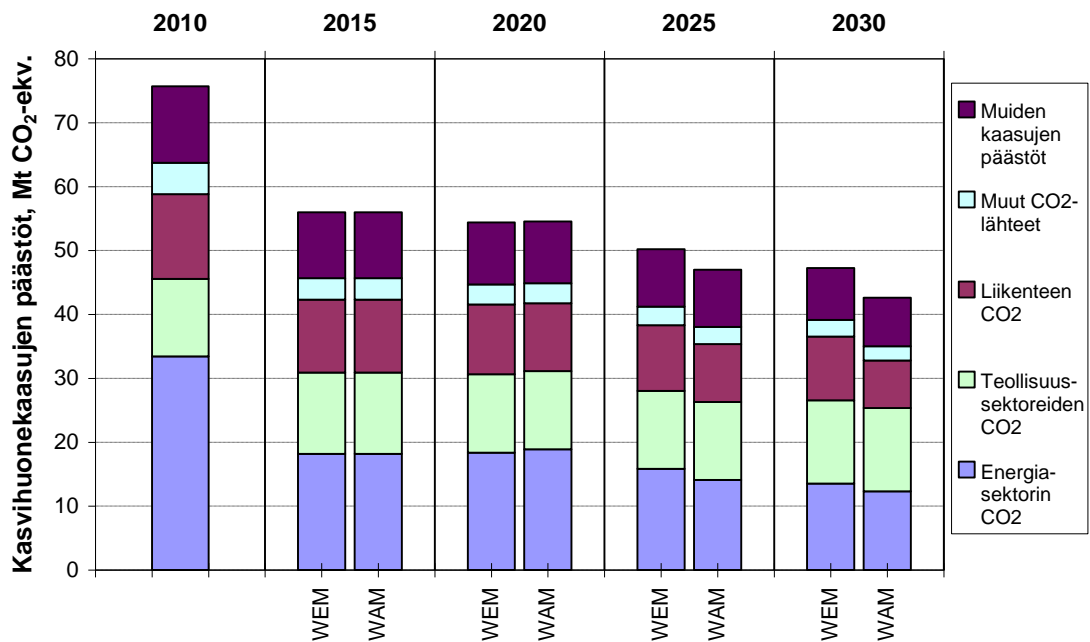
Energia- ja ilmastostrategiassa esitetyt linjaukset ja toimet ovat keskenään hyvin erityyppisiä ja konkretiatasoltaan erilaisia. Osa linjauksista ja toimista sisältää elementtejä normiohjauksesta esimerkiksi kieltojen, kaavoitusuudistusten tai hallinnollisten esteiden purkamisen muodossa, osa on taloudellista ohjausta erilaisten tukien tai verotuksen muodossa ja osa informaatio-ohjausta eri muodoissa. Eräissä linjauksissa esitetään käynnistettäväksi selvitys-, kokeilu- tai arviointityö, toisissa panostetaan seurantaan ja varautumiseen ja toisissa korostetaan vaikuttamista EU-päätöksiin. Lisäksi osa linjauksista on tavoitteellisia, joille ei ole erikseen määritetty konkreettisia ohjauskeinoja. Näin ollen linjauksilla ja toimilla voi olla hyvin erityyppisiä ja -asteisia ympäristövaikutuksia, jotka edelleen riippuvat muun muassa linjausten ja toimien myöhemmästä täytäntöönpanosta sekä kuluttajien, sijoittajien ja muiden toimijoiden käyttäytymisestä.

Strategian linjaukset ja toimet kohdistuvat toteutuessaan pääsääntöisesti energian tuotantoon ja kulutukseen. Välittöminä vaikutuksina fossiilisten polttoaineiden käyttö vähentyy energian käytön tehostumisen ja polttoaineiden korvautumisen myötä, ja biopolttoaineiden ja muun uusiutuvan energian käyttö lisääntyy. Tällä on sekä hyödyllisiä että kielteisiä vaikutuksia ympäristöön ja yhteiskuntaan, kun asiaa tarkastellaan SOVA-lain ympäristövaikutusten määrittelyn perusteella. Hyödyllisillä vaikutuksilla tarkoitetaan seurauksia, jotka edistävät muissa yhteyksissä asetettuja yhteiskunnallisia tavoitteita ja kielteisillä taas seurauksia, jotka vaikeuttavat muiden tavoitteiden kuin ilmastovelvoitteiden saavuttamista. Kasvihuonekaasupäästöjen lisäksi linjaukset ja toimet vaikuttavat toteutuessaan muun muassa ilmansaasteisiin, terveyteen, luonnonvarojen käyttöön, luonnon monimuotoisuuteen, metsien hiilinieluihin ja vesistöihin sekä ihmisten elinoloihin. Osa vaikutuksista ilmenee Suomen rajojen ulkopuolella. Lisäksi linjaukset ja niistä aiheutuvat välittömät vaikutukset voivat aiheuttaa erilaisia kerrannaisvaikutuksia, jotka voivat sekä lisätä että vaimentaa välittömiä vaikutuksia.

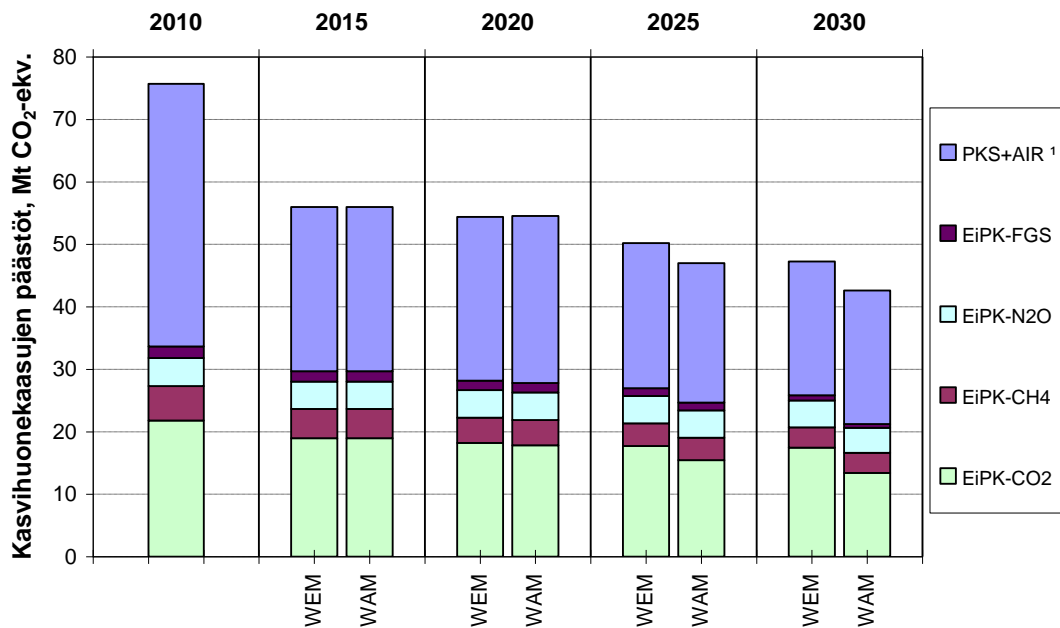
## 4.1 Vaikutukset kasvihuonekaasujen päästöihin

Sampo Soimakallio, Syke

VTT:n laskemien mallitulosten mukaan päästökaupparektorin ja taakanjakosektorin kasvihuonekaasupäästöt ovat Suomessa vuonna 2030 WEM-skenaariossa noin 47 Mt CO<sub>2</sub>-ekv. ja WAM-skenaariossa noin 42 Mt CO<sub>2</sub>-ekv. (kuva 1). Taakanjakosektorin päästöt ovat WEM-skenaariossa vuonna 2030 noin 26 Mt CO<sub>2</sub>-ekv. (kuva 2), kun joustoilla korjattu tavoitetaso Euroopan komission ehdotuksen mukaisesti on 21,2 Mt CO<sub>2</sub>-ekv. Päästöjen lisävähennystarve WAM-skenaariossa on siten noin 4,6 Mt CO<sub>2</sub>-ekv. vuonna 2030. Strategian mukainen taakanjakosektorin kasvihuonekaasupäästöjen vähennys arvioidaan saavutettavan erityisesti korvaamalla fossiilisten polttoaineiden käyttöä eri sektoreilla uusiutuvalla energialla ja sähköllä, vähentämällä ja tehostamalla energiankäyttöä sekä siirtämällä päästöjä taakanjakosektorilta päästökaupparektorille (ks. taulukko 9 luvussa 5). VTT:n mallilaskelmien mukaan vuoden 2030 päästöjen lisävähennystarpeesta lähes puolet arvioidaan saavutettavan biopolttoaineiden sekoitevelvoitteen avulla, reilu neljännes liikenteen ja teollisuuden energiankäyttöä tehostamalla ja loput muilla keinoin. Muihin keinoihin kuuluvat maatalouden eloperäisten maiden päästöjen rajoittaminen, F-kaasujen päästöjen rajoittaminen, jätteenpolton siirto päästökaupparektorille ja kaatopaikkojen päästöjen vähentäminen.<sup>6</sup>



Kuva 1. Kasvihuonekaasupäästöt Suomessa WEM- ja WAM-skenaarioissa VTT:n TIMES-mallilaskelmien mukaan<sup>6</sup>.



<sup>1</sup> PKS = päästökauppasektori, AIR = lentoliikenne, EiPK = ei-päästökauppasektori, FGS = F-kaasupäästöt, N2O = N<sub>2</sub>O-päästöt, CH4 = CH<sub>4</sub>-päästöt, CO2 = CO<sub>2</sub>-päästöt

**Kuva 2. Kasviuonekaasupäästöjen jakautuminen päästökauppa- ja taakanjakosektoreille WEM- ja WAM-skenaarioissa VTT:n TIMES-mallilaskelmien mukaan<sup>6</sup>.**

Kaikkeen infrastruktuurin ja voimantuotannon rakentamiseen sekä biopolttoaineiden, lämpöpumppujen ja sähköautojen tuotantoon ja käyttöön liittyy välitöntä ja välillistä materiaalien ja energian kulutusta, mikä osaltaan pienentää toimenpiteillä saavutettavia päästövähennyksiä. Osa vaikutuksista toteutuu Suomen rajojen ulkopuolella. Seuraavassa käsitellään tekijöitä, jotka voivat mahdollisesti osaltaan pienentää saavutettavaa päästövähennystä. Suomen rajojen ulkopuolella tapahtuvia päästöjä on käsitelty myös resurssitehokkuuden indikaattorina (ks. Elinkaariset kasviuonekaasupäästöt luvussa 4.4).

Mikäli fossiilisten polttoaineiden käytön vähentyminen Suomessa edistää fossiilisten polttoaineiden käytön vähentymistä globaalisti, vähentyvät myös fossiilisten polttoaineiden tuotannon, kuljetusten ja jalostuksen päästöt. Nämä päästöt on tyypillisesti arvioitu olevan suuruusluokaltaan noin 5-20 % fossiilisen polttoaineen polton päästöistä<sup>16,17,18</sup>. Jos maailman energiankulutus jatkaa kasvuaan, on kuitenkin mahdollista, että fossiilisten polttoaineiden käytön vähentyminen joissain maissa kompensoituu osittain kasvavalla käytöllä toisaalla, mikäli käyttöä ei rajoiteta esimerkiksi päästökatoilla<sup>19</sup>. Fossiilisten polttoaineiden käytön kehitys riippuu voimakkaasti fossiilisten polttoaineiden kysynnän ja tarjonnan hintajoustoista<sup>20</sup> ja niihin vaikuttavista politiikkatoimista. Fossiilisten polttoaineiden käyttö voi globaalisti jatkua siitä huolimatta, että käyttöä vähennetään tietyllä alueella kuten Suomessa tai EU:ssa<sup>21</sup>.

<sup>16</sup> WEC 2004. Comparison of energy systems using life cycle assessment. A Special Report of the world energy council.

<sup>17</sup> Frischknecht R, Althaus HJ, Bauer C, Doka G, Heck T, Jungbluth N, et al. (2007). The environmental relevance of capital goods in life cycle assessments of products and services. *International Journal of Life Cycle Assessment*. 11, 1–11.

<sup>18</sup> JEC 2017. JEC Well-to-wheels analyses (WTW). <http://iet.jrc.ec.europa.eu/about-jec/jec-well-wheels-analyses-wtw>

<sup>19</sup> Creutzig, F., Ravindranath, N. H., Berndes, G., Bolwig, S., Bright, R., Cherubini, F., ... & Fargione, J. (2015). Bioenergy and climate change mitigation: an assessment. *GCB Bioenergy*, 7(5), 916-944.

<sup>20</sup> Rajagopal, D. (2013). The fuel market effects of biofuel policies and implications for regulations based on lifecycle emissions. *Environmental Research Letters*, 8(2), 024013.

<sup>21</sup> Rajagopal, D., & Plevin, R. J. (2013). Implications of market-mediated emissions and uncertainty for biofuel policies. *Energy Policy*, 56, 75-82.

Tuontibiopolttoaineiden tai -raaka-aineiden tuotannon kasvihuonekaasupäästöt syntyvät Suomen rajojen ulkopuolella, ja ne voivat olla merkittäviä tuotannossa tarvittavien resurssipanosten (mm. energia, lannoitteet, entsyymit, maa-ala) vuoksi<sup>22</sup>. Erityisesti viljeltyjen kasvien käyttäminen biopolttoaineiden raaka-aineena saattaa aiheuttaa hyvin merkittävät, jopa fossiilisten polttoaineiden elinkaarisia kasvihuonekaasupäästöjä suuremmat päästöt lannoitteiden käytön, prosessienergian tarpeen ja epäsuorien maankäytön muutosten vuoksi<sup>19</sup>. Euroopan komission biopolttoaineille ehdottamat kestävyyskriteerit<sup>23</sup> pyrkivät rajoittamaan biopolttoaineiden tuotantoa ruokakasveista ja tukemaan biojätteiden, teollisuuden sivuvirtojen, maa- ja metsätalouden tähteiden sekä lignoselluloosapohjaisten raaka-aineiden käyttöä biopolttoaineiden raaka-aineina. Ehdotetut kriteerit eivät kuitenkaan suoranaisesti estä biopolttoaineiden valmistamista viljeltävistä kasveista, joita saatetaan käyttää erityisesti tuonti-biopolttoaineiden raaka-aineina.

Jätepohjaisten biopolttoaineiden tuotannon kasvihuonekaasupäästöt ovat tyypillisesti verrattain alhaiset, sillä jätteiden hyötykäyttö ei lisää raaka-aineen tuotantarvetta. Biokaasun valmistus biojätteistä voi vähentää mätänemisestä aiheutuvia metaanipäästöjä sekä mahdollistaa biomassojen sisältämien ravinteiden kierrätyksen, mikä vähentää neitseellisten lannoitteiden valmistustarvetta. Biokaasun tuotanto lannasta voi myös välillisesti vähentää pellon raivausta ja siitä syntyviä päästöjä. Sen sijaan tähteiden ja sivuvirtojen lisääntyvä hyödyntäminen biopolttoaineina saattaa aiheuttaa merkittäviä kilpailuvaikutuksia, mikäli raaka-aineet olisi muussa tapauksessa todennäköisesti käytetty johonkin muuhun. Tällöin seurauksena saattaa olla jopa kasvihuonekaasupäästöjen lisääntyminen<sup>24</sup>. Jätteiden ja tähteiden lisääntyvä taloudellinen hyödyntäminen saattaa myös alentaa kannusteita jätteiden ja tähteiden synnyn ehkäisemiseen ja siten heikentää mahdollisuuksia vähentää päästöjä primäärituotannossa.

Tuulivoimaloiden ja aurinkopaneelien valmistaminen aiheuttaa kasvihuonekaasupäästöjä erityisesti komponenttien ja materiaalien tuottajamaissa, mutta kirjallisuuden perusteella nämä päästöt ovat pienet esimerkiksi fossiilisten polttoaineiden tai turpeella tuotetun sähkön päästöihin nähden<sup>25</sup>. Keskeinen tekijä sekä aurinko- että tuulivoiman lisäämisen vaikutuksissa sähköjärjestelmän kokonaispäästöihin onkin se, miten sähkötehon tarve kehittyy ja millä energianlähteellä tuotetaan energiajärjestelmässä tarvittava säätövoima, kun aurinko- ja tuulienergian tuotanto vaihtelee eri suhteessa kysynnän kanssa.

Lämpöpumppujen kiertoaineina on yleisesti käytetty HFC-yhdisteitä (fluorihilivetyjä), joten lämpöpumppujen käytön lisääminen todennäköisesti kasvattaa jonkin verran voimakkaina kasvihuonekaasuina toimivien F-kaasupäästöjen määrää. Lämpöpumppujen kiertoaineissa ollaan kuitenkin siirtymässä enenevässä määrin pois F-kaasujen käytöstä korvaamalla ne muilla vähemmän ilmastoa lämmittävillä kiertoaineilla.

Ilmasto- ja energiastrategian toimenpiteet vaikuttavat myös EU:n päästökaupparektorilla. Jätteenpolton päästöjen siirtäminen päästökaupan piiriin, samoin kuin esimerkiksi verkkosähkön kulutusta (esim. sähköautot, lämpöpumput) lisäävät toimenpiteet nostavat päästöoikeuksien kysyntää. Toisensuuntainen vaikutus on toimenpiteillä, jotka vähentävät päästökaupan piirissä olevien tuotantolaitosten päästöjen määrää, esimerkiksi energiankäytön tehostuessa tai kivihillen ja turpeen käytön korvautuessa biomassalla tai muilla energialähteillä. Päästö-

<sup>22</sup> Soimakallio, S., Antikainen, R., Thun, R. (Eds). 2009. Assessing the sustainability of liquid biofuels from evolving technologies - A Finnish approach. VTT Research Notes 2482. Espoo, 2009. 220 p. + app. 41 p.

<sup>23</sup> European Commission (2016). Proposal for a directive of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of energy from renewable sources (recast). COM/2016/0767 final - 2016/0382 (COD).

<sup>24</sup> Fraunhofer. (2016). Analysis of the European crude oil industry – environmental impact, socio-economic value & downstream potential. Final report, Fraunhofer umsiht 11, May 2016.

<sup>25</sup> Sokka, L., Sinkko, T., Holma, A., Manninen, K., Pasanen, K., Rantala, M., & Leskinen, P. (2016). Environmental impacts of the national renewable energy targets—A case study from Finland. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 59, 1599-1610.



kauppasektorilla päästöjen kokonaismäärä määräytyy käytettävissä olevien päästöoikeuksien perusteella. Toimet, jotka kohdistuvat päästökaupan ohjauksessa oleviin päästöihin eivät suoranaisesti muuta päästökaupan kokonaispäästöjä vaan päästöoikeuksien kysyntää. Yksittäisten tai Suomessa toteutettavien toimien aiheuttamat kysyntämuutokset eivät välttämättä heijastu päästöoikeuksien hintaan, mutta mikäli samaan suuntaan vaikuttavia toimia toteutetaan useissa EU:n jäsenmaissa, voi tällä olla vaikutuksia päästöoikeuksien hintaan. Päästökauppasektorille kohdistuvat toimet heijastuvat myös muihin ympäristövaikutuksiin, jotka liittyvät päästökaupan piirissä olevan teollisuuden toimintaan. Epäsuorasti tällaiset toimet voivat lisäksi vaikuttaa päästöjen kehittymiseen ja muihin ympäristövaikutuksiin päästökaupan ulkopuolisilla sektoreilla ja EU:n ulkopuolella sekä edellytyksiin tuottaa energiaa verrattain vähäisillä ominaispäästöillä.

## 4.2 Metsätalous ilmastonmuutoksen hillinnässä

*Sampo Soimakallio, Mikael Hildén ja Anna Repo, Syke*

Puunkorjuun lisääminen nykytasolta pienentää metsien hiilivarastoa vuosikymmeniksi eteenpäin verrattuna tilanteeseen, jossa puunkorjuu pidettäisiin nykytasolla tai sitä vähennettäisiin<sup>26,27,28,29</sup>. Metsät toimivat niin kauan hiilen nettoieluina kuin metsien hiilivarasto kasvaa, mutta nieluvaikutus pienenee puunkorjuun lisääntyessä. Energia- ja ilmastostrategian vaikutusten arvioinnin yhteenvetoraportin<sup>6</sup> luvussa 5.2 on esitetty numeerinen arvio strategian tavoitteiden mukaisen kotimaisen puunkäytön lisäyksen aiheuttamasta hiilinielun pienentymisestä. Asian merkitystä voidaan myös tarkastella suhteuttamalla hiilinielun pienentyminen puunkorjuussa metsästä vietyyn hiilimäärään ja arvioimalla puunkäytön mahdollisuuksia vähentää päästöjä vaihtoehtoisia materiaaleja ja energiaa korvaamalla (substituutio).

Luonnonvarakeskuksen arvion<sup>29</sup> mukaan puunkorjuun lisääminen pienentää metsien hiilinielua vuosina 2015–2044 keskimäärin kaksi kertaa niin paljon kuin metsästä korjataan lisääntyneen puun korjuun mukana hiiltä. Tämä johtuu siitä, että hakkuiden ja puun korjuun lisäyksessä menetetään olemassa olevaa metsien hiilivarastoa sekä sen ennustettua kasvua. Strategiassa tavoiteltu kotimaisen puunkäytön lisäys pienentää vuosina 2025–2035 metsien vuosittaista hiilinielua arviolta noin 9–12 Mt CO<sub>2</sub>-ekv. verrattuna skenaarioon, jossa puunkäyttö pysyisi nykyisellä tasolla lisättynä kesäkuuhun 2016 mennessä tehdyillä uusilla metsäteollisuuden investointipäätöksillä<sup>29</sup>. Luonnonvarakeskuksen arvion mukaan metsähakkeen vuotuisen korjuun lisäys 13,5 Mm<sup>3</sup>:sta 17 Mm<sup>3</sup>:iin pienentää hiilinielua vuoden 2030 tasolla noin 3,5 Mt CO<sub>2</sub>-ekv.<sup>6</sup> eli keskimäärin noin 1,4-kertaisesti metsähakkeen mukana korjattua hiilimäärää kohden.

Korvattaessa puunkäytöllä uusiutumattomia materiaaleja ja energiaa (substituutio) voidaan välttää fossiilisista polttoaineista syntyviä päästöjä. Vältetyt päästöt näkyvät Suomessa taa-kanjako- ja päästökauppasektorilla tapahtuvina muutoksina sekä osittain Suomen rajojen ulkopuolella muun muassa uusiutumattomien materiaalien ja energian tuotannossa tapahtuvina muutoksina. Erilaisilla uusiutumattomilla raaka-aineilla on erilaiset elinkaariset päästöt, jotka vaikuttavat puunkäytön substituutiomahdollisuuksiin. Substituutiomahdollisuudet ovat sitä pienemmät, mitä enemmän puunjalostuksessa tarvitaan fossiilista energiaa ja toisaalta sitä suuremmat, mitä päästöintensiivisempiä raaka-aineita puulla voidaan korvata. Vältettyjen päästöjen suuruutta on kuitenkin vaikea arvioida yksiselitteisesti, sillä se riippuu käyttökohteiden teknisten ominaisuuksien lisäksi myös muun muassa markkinoiden, teknologioiden ja ohjauskeinojen kehityksestä.

Materiaalibastituutiolla voidaan vähentää enemmän päästöjä kuin energiasubstituutiolla erityisesti, jos materiaalina käytetty puu voidaan lisäksi käyttää energiana fossiilisten polttoaineiden korvaajana elinkaarensa lopussa. Lisäämällä pitkäikäisten puutuotteiden määrää yhteiskunnassa, voidaan myös kasvattaa puutuotteisiin sitoutuneena olevan hiilen määrää. Nykyisellään suurin osa metsästä puun mukana korjatusta hiilestä kuitenkin vapautuu ilma-kehään muutaman vuoden sisällä energiantuotannossa ja lyhytikäisten puutuotteiden lahoamisessa<sup>30</sup>. Puutuotevaraston hiilinielu on ollut selvästi pienempi kuin metsien hiilinielu, ja muutokset puunkorjuussa ovat vaikuttaneet absoluuttisesti selvästi enemmän metsien kuin

<sup>26</sup> Hynynen, J., Salminen, H., Ahtikoski, A., Huuskonen, S., Ojansuu, R., Siipilehto, J., ... & Eerikäinen, K. (2015). Long-term impacts of forest management on biomass supply and forest resource development: a scenario analysis for Finland. *European Journal of Forest Research*, 134(3), 415–431.

<sup>27</sup> Kallio, M., Salminen, O., & Sievänen, R. (2014). Low Carbon Finland 2050-platform: skenaariot metsäsektorille. Metlan työraportteja 308. 34 s.

<sup>28</sup> Kallio, M., Salminen, O., Sievänen, R. (2016). Forests in the Finnish low carbon scenarios. *Journal of Forest Economics* 23, 45–62.

<sup>29</sup> Lehtonen, A., Salminen, O., Kallio, M., Tuomainen, T., Sievänen, R. (2016). Skenaariolaskelmiin perustuva puuston ja metsien kasvihuonekaasutaseen kehitys vuoteen 2045: Selvitys maa- ja metsätalousministeriölle vuoden 2016 energia- ja ilmastostrategian valmistelua varten. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 36/2016.

<sup>30</sup> Soimakallio, S., Saikku, L., Valsta, L., Pingoud, K. (2016). Climate change mitigation challenge for wood utilization – the case of Finland. *Environmental Science & Technology* 50(10), 5127–5134.

puutuotteiden hiilinieluun<sup>31</sup>. Viimeaikaisten tutkimusten mukaan puunkorjuun lisäyksestä aiheutuva metsien hiilinielun pieneneminen on keskimäärin niin merkittävää, että sen seurauksena kokonaispäästöt ilmakehään käytännössä kasvavat lähivuosikymmenien aikana. Näin siitä huolimatta, että puunkäytöllä voidaan välttää fossiilisten polttoaineiden käytöstä syntyviä päästöjä ja osa hiilestä säilyy pitkäikäisissä puutuotteissa.<sup>30,32,33</sup>

Puupohjaisen bioenergian vaikutukset metsien hiilinieluun riippuvat siitä, minkälaisiin puujakeisiin biopolttoaineiden raaka-aineen tarve kohdistuu. Tämä puolestaan riippuu muun muassa metsäteollisuuden puun käytön kehittämisestä ja siten metsätähteiden ja teollisuustähteiden alueellisesta saatavuudesta ja niiden hankintakustannuksista, tukki- ja kuitupuun kysynnästä ja hinnoista sekä niiden energiakäyttöä mahdollisesti rajoittavista kestävyyskriteereistä, metsähakkeen tuista ja puunkäyttökohteiden sijainnista. Mikäli metsäteollisuustuotanto kasvaa voimakkaasti, lisääntyy myös teollisuuden sivuvirtojen ja metsähakkeen saatavuus<sup>34</sup>. Siltä osin kuin biopolttoaineiden raaka-aineina voidaan käyttää metsäteollisuuden prosessien ylijäämäsiivurtoja, jotka muuten jäisivät hyödyntämättä, ei bioenergian tuotannolla ole vaikutusta metsänieluun. Todennäköisesti bioenergian tuotanto kuitenkin perustuu tulevaisuudessakin metsäteollisuuden sivuvirtojen lisäksi myös metsätähteisiin ja runkopuuhun.

Mikäli metsäteollisuuden puunkäyttö jää strategiassa esitettyä tasoa alhaisemmaksi, saattaa yhä suurempi osa energiapuunkäytöstä kohdentua kuitupuukokoiseen runkopuuhun metsätähteiden rajallisemman saatavuuden vuoksi. Runkopuun energiakäyttö saattaa lisääntyä myös, mikäli se on käyttäjän kannalta muita jakeita taloudellisesti kannattavampaa. Strategiassa linjataan, että teollisuuden raaka-aineeksi kelpaavista tukeista ja kuitupuusta valmistetun metsähakkeen tukea jatketaan, mutta alennetaan. Puun energiakäytön tavoitellun lisääntymisen onkin arvioitu merkittävästi johtavan kuitupuukokoisen runkopuun energiakäytön lisääntymiseen<sup>27,29,35</sup>. Komission marraskuussa 2016 julkaisema biopolttoaineiden kestävyyskriteeriesitys ei myöskään asettanut erillisiä rajoituksia erilaisten puuositteiden energiakäytölle<sup>23</sup>. Toisaalta nestemäisten biopolttoaineiden tuotannon lisääminen saattaa nostaa puun hintaa ja siten osittain vähentää kotimaisen puun käyttöä sähkön ja lämmön tuotannossa sekä selluntuotannossa<sup>34,36</sup>.

Mitä enemmän metsähakkeen korjuu kohdistuu kasvaviin puihin, sitä enemmän metsien hiilinielu tulevien vuosikymmenten aikana pienenee<sup>27,35</sup>. Lahoavien metsätähteiden ja kantojen korjuuta lisättäessä vaikutus hiilinieluun on vähäisempi kuin kasvavien puiden korjuuta lisättäessä<sup>37</sup>. Vuoteen 2030 mennessä metsähakkeen korjuun lisäyksen aiheuttama hiilinielun pieneneminen on kuitenkin verrattain nopeasti lahoavien oksienkin korjuun kohdalla niin merkittävä, että se voi kumota suuren osan päästövähennyksistä, jotka saadaan aikaan korvaamalla fossiilisia polttoaineita biopolttoaineilla<sup>37</sup>. Liikenteen biopolttoaineiden ja muiden bionesteiden valmistuksessa merkittävä osa raaka-aineen energiasisällöstä saattaa kuluvalle valmistusprosessissa, mikä voi heikentää niiden mahdollisuuksia hillitä ilmastonmuutosta lyhyellä aikavälillä<sup>38</sup>. Mikäli raaka-aineen hankinnan nieluvaikutus on merkittävä ja biopolttoaineen jalostuksen hyötysuhde verrattain alhainen, saattaa biopolttoaineiden ilmastovaikutus olla

<sup>31</sup> Tilastokeskus (2016). Greenhouse gas emissions in Finland 1990-2014. National Inventory Report under the UNFCCC and the Kyoto Protocol. 15 June 2016.

<sup>32</sup> Pukkala, T. (2016). Does management improve the carbon balance of forestry? *Forestry* 2016, 1–11.

<sup>33</sup> Sievänen, R., Soimakallio, S., Salminen, O. (2016). Metsät biotalouden raaka-aineena ja hiilinieluna. *Metsätieteen aikakauskirja* 2, 125–127.

<sup>34</sup> Pöyry Management Consulting Oy. (2017). Metsäbiomassan kustannustehokas käyttö. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 23/2017.

<sup>35</sup> Sievänen, R., Salminen, O., Lehtonen, A., Ojanen, P., Liski, J., Ruosteenoja, K., Tuomi, M. (2014). Carbon stock changes of forest land in Finland under different levels of wood use and climate change. *Annals of Forest Science*, 71, 255–265.

<sup>36</sup> Forsström, J., Pingoud, K., Pohjola, J., Vilén, T., Valsta, L. & Verkerk, H. (2012). Wood-based biodiesel in Finland: Market-mediated impacts on emissions and costs. *VTT Technology* 7, 48 s.

<sup>37</sup> Pingoud, K., Ekholm, T., Soimakallio, S., & Helin, T. (2016). Carbon balance indicator for forest bioenergy scenarios. *Gcb Bioenergy*, 8(1), 171–182.

<sup>38</sup> Soimakallio, S. (2014). Toward a More Comprehensive Greenhouse Gas Emissions Assessment of Biofuels: The Case of Forest-Based Fischer–Tropsch Diesel Production in Finland. *Environmental Science & Technology* 48, 3031–3038.

samaa suuruusluokkaa tai jopa selvästi suurempi kuin fossiilisilla verrokkipolttoaineilla useiden vuosikymmenten ajan<sup>38</sup>.

Pitkällä aikavälillä tarkasteltuna puunkorjuun nielua pienentävä vaikutus on pienempi kuin lyhyellä aikavälillä tarkasteltuna, sillä hakkaamattomana metsän kasvu hidastuu ja metsään jätettyinä tähteiden lahoaminen etenee, kun taas hakatussa ja uudelleen istutetussa metsässä hiilivarasto alkaa vähitellen saavuttaa hakkaamattoman metsän hiilivarastoa uuden puusukupolven kasvun myötä<sup>39</sup>. Pidemmällä aikavälillä epävarmuudet kasvavat. Ilmastonmuutos saattaa sekä lisätä metsien kasvua, mikä voi kasvattaa nielua, mutta myös erilaiset kasvua heikentävät häiriöt voivat yleistyä<sup>39</sup>. Metsien hoidolla ja erityisesti ikäluokka- ja puulajirakenteen ohjauksella myös hakkuin voidaan mahdollisesti pienentää metsätuhoariskkejä.

Kasvihuonekaasutaseiden lisäksi metsätalouden ilmastovaikutuksia aiheutuu muutoksista metsien heijastuskyvyssä (albedo), pilvien muodostumiseen vaikuttavista metsien tuottamista haihtuvista yhdisteistä sekä puun polton tuottamista pienhiukkaspäästöistä ja mustan hiilen päästöistä. Osalla näistä tekijöistä on ilmastoa lämmittäviä ja osalla viilentäviä vaikutuksia, mutta vaikutusten suuruuteen liittyy merkittäviä epävarmuuksia<sup>40</sup>.

Käytännössä metsien käyttö- ja hoitotapojen kehittymiseen vaikuttaa moni tekijä, eikä metsien hoitoa voida kehittää yksinomaan ilmastomuutoksen hillinnän ehdoilla. Lainsäädännön, suositusten, ohjeistuksen, taloudellisten tukien, puun kysynnän ja teknisen kehityksen yhteisvaikutukset luovat erilaisia kannustimia, jotka vaikuttavat metsien kehitykseen. Olennaista on tarkastella eri ohjauskeinojen yhteisvaikutusta ja metsiä koskevien yhteiskunnallisten tavoitteiden välisiä vaihtosuhteita.

### 4.3 Kasvihuonekaasujen nettopäästöjen kehitys Suomessa *Sampo Soimakallio, SYKE*

Tässä luvussa tarkastellaan Suomen kasvihuonekaasujen nettopäästöjen (päästöjen ja nielu- jen yhteenlaskettua) kehitystä. Nettopäästöt koostuvat Suomen päästökaupasektorin (ETS), taakanjakosektorin (non-ETS) ja maankäyttösektorin (LULUCF) yhteenlasketuista päästöistä ja nieluista. Nettopäästöt raportoidaan myös osana inventaarioraporttia YK:n ilmastosopimukselle<sup>31</sup>, mutta raportoinnissa sektorijako noudattaa IPCC:n raportointiohjeita ja on päästökaupan ja taakanjakosektorin osalta erilainen kuin tässä luvussa esitetään. Maankäyttösektori (LULUCF) koostuu metsämaasta, puutuotteista ja muusta maankäytöstä, johon kuuluvat viljelysmaa, ruohikkoalueet, kosteikot, rakennetut alueet ja muu maankäyttö. Kioton pöytäkirjassa vuoteen 2020 saakka määritettyjen ja Euroopan komission vuosille 2021–2030 ehdotettujen ilmastovelvoitteiden seurannassa maankäyttösektorin päästöjä ja nieluja ei huomioida täysimääräisesti, vaan ne määritetään erikseen sovittujen laskentasääntöjen perusteella. Nettopäästöt kuitenkin auttavat hahmottamaan todellisia vaihtosuhteita, joita joudutaan ottamaan huomioon pyrittäessä globaaliin hiilineutraaliuteen Pariisin sopimuksen tavoitteiden mukaisesti.

Taulukossa 1 esitetyt lukuarvot päästökauppa- ja taakanjakosektorin arvioiduille päästöille vuonna 2030 ovat Koljonen ym. (2017)<sup>6</sup> luvun 3.5 ja metsämaan nieluille luvun 5.2 mukaisia. Puutuotteiden ja muun maankäyttösektorin osalta lukuarvot perustuvat seuraavassa kuvattuihin oletuksiin.

<sup>39</sup> Seppälä, J., Kanninen, M., Vesala, T., Uusivuori, J., Kalliokoski, T., Lintunen, J., Saikku, L., Korhonen, R., Repo, A. (2015). Metsien hyödyntämisen ilmastovaikutukset ja hiilinielujen kehittyminen. Ilmastopaneelin raportti 3/2015.

<sup>40</sup> Kalliokoski, T. & Repo, A. (2015). Mitä metsämallit kertovat Suomen metsien hiilinielun tulevasta kehityksestä? Ilmastopaneelin raportti 4/2015: Metsien hyödyntäminen ja ilmastomuutoksen hillintä. Toim. Seppälä, J., Vesala, T. & Kanninen, M.

Suomelle puutuotteiden hiilinielu oli vuonna 2014 YK:n ilmastopimukselle raportoidun mukaisesti n. 4 Mt CO<sub>2</sub>-ekv.<sup>31</sup>. Puutuotteiden hiilinieluun vaikuttaa keskeisesti sahatavaran tuotantovolyyymi. Strategian tavoitteiden mukaisesti tukkipuun hakkuukertymä kasvaisi noin 15 % vuoden 2014 tasosta vuoteen 2030 mennessä. Hakkuukertymän perusteella korjattu puutuotteiden hiilinielu vuonna 2030 voisi siis olla n. 5 Mt CO<sub>2</sub>-ekv.

Muun maankäyttösektorin osalta ei ole odotettavissa merkittäviä muutoksia kasvihuonekaasupäästöissä<sup>41,42</sup>. Ilman merkittäviä politiikkatoimia muun maankäyttösektorin päästöjen arvioidaan hieman kasvavan vuoden 2014 tasosta vuoteen 2030 mennessä<sup>41</sup>. Koska erillistä arviota ilmastolain edellyttämän keskipitkän aikavälin suunnitelman mukaisista päästövähennyskeinoista ja niiden vaikutuksista ei vielä ollut saatavilla kaikista maankäyttöluokista, oletettiin tässä, että muun maankäyttösektorin päästöt olisivat WAM-skenaariossa vuonna 2030 vuoden 2014 tasolla.

**Taulukko 1. Suomen kasvihuonekaasujen nettopäästöt (Mt CO<sub>2</sub>-ekv.) vuonna 2014 ja arvioitu kehitys WEM- ja WAM-skenaarioissa vuonna 2030.**

Sektorit	2014 Mt CO <sub>2</sub> -ekv	2030 WEM Mt CO <sub>2</sub> -ekv	2030 WAM Mt CO <sub>2</sub> -ekv
Päästökaupasektori (ETS)	29	21	21
Taakanjakosektori (non-ETS)	30	26	21
Maankäyttösektori (LULUCF)	-21	-6	-4...-7
<i>Metsämaa</i>	-28	-13	-10...-13
<i>Puutuotteet (HWP)</i>	-4	-5	-5
<i>Muu maankäyttö</i>	11	12	11
<b>Yhteensä</b>	<b>38</b>	<b>41</b>	<b>36...39</b>

Vuoteen 2030 mennessä Suomen nettopäästöjen arvioidaan pysyvän suurin piirtein vuoden 2014 tasolla. Tämä johtuu siitä, että vaikka päästökaupasektorin päästöjen arvioidaan vähentyvän reilut 25 % ja taakanjakosektorin päästöjen noin 15 % (WEM) tai 30 % (WAM), metsämaan hiilinielu pienenee strategiassa tavoitellulla kotimaisen puun käytön tasolla 55 % (WEM) tai jopa 65 % (WAM) vuoden 2014 tasosta, toteutuvasta puunkäytöstä riippuen. Mikäli kotimaisen puunkäytön taso pysyisi vuoden 2030 jälkeen suurin piirtein vuoden 2030 tasolla, kasvaisi metsämaan nielu Luonnonvarakeskuksen arvion mukaan vuosina 2035–2044 tasolle 20 Mt CO<sub>2</sub>-ekv.<sup>29</sup>. Toisaalta Suomen päästökauppa- ja taakanjakosektorin yhteenlaskettujen päästöjen tulisi olla vuonna 2040 alle 30 Mt CO<sub>2</sub>-ekv., jotta Suomi olisi vähähiilitiekartassa vuodelle 2050 asetetun päästövähennystavoitteen (80 % vuoteen 1990 verrattuna) mukaisella kehitysuralla<sup>43</sup>. Tämä voi asettaa paineita lisätä puunkäyttöä päästökauppa- ja taakanjakosektorien myöhempien päästövähennysten saavuttamiseksi, mikä voi pienentää nielua yllä

<sup>41</sup> Haakana, M., Ollila, P., Regina, K., Riihimäki, H. & Tuomainen, T. (2015). Menetelmä maankäytön kehityksen ennustamiseen. Pinta-alojen kehitys ja kasvihuonekaasupäästöt vuoteen 2040. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 51/2015.

<sup>42</sup> Rikkinen, P. & Rintamäki H. (toim.) (2015). Ilmastonmuutoksen hillintävaihtoehtojen ja -skenaarioiden tarkastelu maa- ja elintarviketaloudessa vuoteen 2030. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 12/2015.

<sup>43</sup> Koljonen, T., Similä, L., Lehtilä, A. et al. (2014). Low Carbon Finland 2050 -platform: vähähiilipolkujen kiintopisteet ja virstanpylväät. Yhteenveto hankkeen tuloksista ja johtopäätöksistä. VTT TECHNOLOGY 167.

esitetystä arviosta, ellei mahdollinen lisäpuunkäyttö perustuisi tuontipuuhun. Tuontipuun osalta nieluvaikutus näkyy siinä maassa, josta puu hankitaan.

Tuoreimmassa kasvihuonekaasuinventaariossa<sup>44</sup> metsämaan nielu on ollut joidenkin tilasto-  
vuosien osalta selvästi suurempi kuin aiemmassa inventaariossa<sup>31</sup> on arvioitu. Esimerkiksi  
vuoden 2014 metsämaan nielu on tuoreimman arvioinnin mukaan 7,6 Mt CO<sub>2</sub>-ekv. suurempi  
kuin edellisessä inventaariossa arvioitiin. Muuttuneet nieluarviot ovat suurimmalta osin seu-  
rausta metsämaan aikasarjan 1990–2015 viimeisten vuosien uudelleenlaskennasta, koska  
käytössä on ollut valtakunnan metsien 12. inventoinnin (VMI12) tuloksia<sup>45</sup>. Uusimmat inven-  
taariotulokset eivät kuitenkaan ole verrannollisia WEM- ja WAM-skenaariolaskelmiin, jotka on  
tehty VMI11-aineistoon perustuen. Jotta skenaariolaskelmat olisivat verrannollisia uusimpien  
inventariotulosten kanssa, tulisi skenaariolaskelmien puuston kehitysarviot päivittää vas-  
taamaan uusinta inventaariota.

## 4.4 Vaikutukset resurssitehokkuuteen

*Tuomas Mattila ja Sampo Soimakallio, Syke*

Strategian linjausten vaikutusta resurssitehokkuuden kehittymiseen tarkasteltiin kolmen elin-  
kaari-indikaattorin avulla: materiaalitehokkuutta mitattiin raaka-aineiden kokonaiskäytöllä (*raw  
material requirement*, RMR), mineraalivarantojen köyhtymistä mitattiin sivukivi-indeksillä  
(surplus ore potential, SOP) ja ympäristötehokkuutta mitattiin elinkaaristen kasvihuonekaasu-  
päästöjen (eKHK) avulla. Kunkin indikaattorin osalta tunnistettiin Suomen kansantalouden  
kannalta keskeisimmät toimialat, kulutushyödykkeet ja tuotevirrat hyödyntäen vuoden 2010  
tilastoihin perustuvaa ympäristölaajennettua panos-tuotos mallia (ENVIMAT). Energia- ja  
ilmastostrategian toimenpiteitä verrattiin tunnistettuihin tekijöihin ja tarkasteltiin, kuinka hyvin  
toimenpiteet kohdentuvat keskeisimpiin toimialoihin ja tuotevirtoihin.

### Materiaalitehokkuus

Materiaalitehokkuuden näkökulmasta strategian linjausten aiheuttamat keskeisimmät muu-  
tokset liittyvät kivihiilen käytön alasajoon, fossiilisen öljyn energiakäytön vähentämiseen sekä  
biopolttoaineiden tuotannon lisäykseen. Näiden seurauksena tuontiöljyn ja kivihiilen vaikutuk-  
set vähenevät, mutta toisaalta voidaan olettaa metsätalouden materiaalivirtojen kasvavan.  
Puurakentamiseen kannustaminen voi vähentää raaka-aineiden käytön kannalta intensiivis-  
ten betonituotteiden käyttöä. Raaka-aineiden käytön kannalta keskeisimmät toimialat kuten  
hiekan, soran ja saven otto, maanrakennus, metsänhoito ja metallimalmien louhinta eivät ole  
strategian linjausten kohteena, mutta niihin voi kohdistua välillisiä vaikutuksia esimerkiksi  
energian hinnan kautta.

Materiaalitehokkuuden yleinen parantaminen vaatisi erillisiä siihen keskittyviä toimenpiteitä.  
On kuitenkin perusteltua ottaa huomioon, että toimenpiteet, jotka lisäävät talouskasvua,  
yleensä lisäävät myös kulutusta, mikä lisää elinkaarista materiaalinkulutusta. Ilmastonmuu-  
toksen ääri-ilmiöihin sopeutuminen voi lisätä infrastruktuurin rakentamista, mikä lisää koko-  
naismateriaalinkäyttöä. Energia- ja ilmastostrategian toimenpiteillä on arvioitu olevan vain  
vähäinen vaikutus koko kansantalouden materiaalitehokkuuteen, joskin yksityisen kulutuksen  
ja kansantalouden arvioitu alhaisempi kasvu WAM-skenaariossa saattaa hieman parantaa  
materiaalitehokkuutta WEM-skenaarioon verrattuna.

<sup>44</sup> LUKE 2017. Maatalouden päästöt pysyivät ennallaan – maankäytön ja metsätalouden nielu kattaa 47 prosenttia Suomen kokonaispäästöistä. Luonnon-  
varakeskus, uutinen 6.4.2017. <https://www.luke.fi/uutiset/khki-2017/>

<sup>45</sup> Tuomainen, T. 2017. Kasvihuonekaasuinventaario – jatkuvaa kehittämistä. Luonnonvarakeskus, blogiartikkeli 6.4.2017.  
<https://www.luke.fi/blogi/kasvihuonekaasuinventaario-jatkuvaa-kehittamista/>

## Mineraalivarantojen köyhtyminen

Aurinkopaneelien ja tuulivoimaloiden valmistus kasvattaa harvinaisten materiaalien käyttöä, mikä voi aiheuttaa ongelmia materiaalien riittävydessä ja saatavuudessa. Tuulivoimaloiden rakentaminen lisää tiettyjen harvinaisten materiaalien, kuten dysprosiumin, neodiumin, molybdeenin, kromin, nikkelin ja magnesiumin käyttöä. Aurinkopaneelien valmistuksessa käytettävien harvinaisten metallien saatavuus voi tulevaisuudessa vaikeutua, mikä näkyy nousevina tuotantokustannuksina. Tällaisia voivat olla esimerkiksi telluuri (Te), indium (In), tina (Sn), hopea (Ag), gallium (Ga), germanium (Ge), seleeni (Se) ja rutenium (Ru).<sup>46</sup> Tähän saakka tapahtunut tuotantomenetelmien kehittyminen on merkinnyt aurinkopaneelien nopeaa hinnan laskua, mikä on edistänyt aurinkopaneelien käyttöönottoa<sup>47</sup>. Tekninen kehitys on toistaiseksi alentanut myös tuulivoiman tuotantokustannuksia merkittävästi<sup>48</sup>.

Ehtyvien luonnonvarojen käytön näkökulmasta keskeisin kotimainen toimiala on metallimalmien louhinta. Tätä merkittävämpää on kuitenkin tuontituotteiden käyttö, etenkin metallimalmien ja rikasteiden, peruskemikaalien sekä raudan ja teräksen tuonti. Tuotenäkökulmasta nämä liittyvät värimetallien valmistukseen vientiä varten, talonrakentamiseen, raudan ja teräksen valmistukseen sekä massan ja paperin valmistukseen (peruskemikaalien ja mineraalien käyttö prosesseissa). Näiden lisäksi erilaisten koneiden ja elektroniikan valmistus vientiä varten on merkittävä tekijä, vaikka sen vaikutus on jakautunut usealle toimialalle. Yksittäisistä tuotevirroista merkittävimpiä on tuontimalmien käyttö värimetallien sekä raudan ja teräksen valmistuksessa.

Strategian linjaukset eivät juurikaan kohdistu mineraalivarantojen köyhtymisen kannalta merkittäviin toimialoihin tai tuotevirtoihin. Energiateknologian viennin kannustaminen todennäköisesti lisää koneiden ja elektroniikan valmistuksen elinkaarisia vaikutuksia. Bioenergian tuotannon lisääminen voi vaikuttaa massa- ja paperiteollisuuden tuotantoon, mikä voi vaikuttaa edelleen peruskemikaalien käyttöön, mutta vaikutusten merkittävyys koko maan tasolla ei ole suuri. Suuri osa toimenpiteistä kannustaa teknologian nopeaan uusimiseen ja esimerkiksi autokannan nopeampaan kiertoon. Tämä lisää koneiden ja elektroniikan tuotantoa, mikä nopeuttaa mineraalivarantojen köyhtymistä. Kierrätyksen lisääminen toimenpiteissä kohdentuu lähinnä rakentamiseen, eikä sitä ole erikseen kohdennettu erityisen arvokkaisiin luonnonvaroihin. Koko Suomen mittakaavassa merkittävin yksittäinen prosessi on kuitenkin värimetallien jatkojalostus ja vienti. Strategien toimenpiteet eivät juuri vaikuta tähän, joten kokonaisvaikutus mineraalivarantojen ehtymiseen on vähäinen.

## Elinkaariset kasvihuonekaasupäästöt

Elinkaaristen kasvihuonekaasupäästöjen kannalta oleellisimmat toimialat ovat sähkön tuotanto ja jakelu, kaukolämmön tuotanto ja jakelu, raudan ja teräksen valmistus, tierahntiliikenne ja kotieläintalous. Lisäksi sähkön, raakaöljyn ja peruskemikaalien tuonnilla on merkittäviä vaikutuksia ulkomailta. Tuotenäkökulmasta nämä liittyvät asumiseen ja rakentamiseen, massan ja paperin, öljytuotteiden, peruskemikaalien sekä raudan ja teräksen vientiin, sekä eläinperäisten elintarvikkeiden kulutukseen. Näiden lisäksi julkinen hallinto sekä koulutus- ja terveystalvet ovat merkittävä julkinen kuluttaja. Toimialojen käyttämän välituotekäytön kannalta merkittäviä tuotevirtoja ovat raakaöljyn käyttö öljynjalostuksessa sekä kaukolämmön käyttö asuntojen omistuksessa ja vuokrauksessa. Lopputuotteiden kulutukselle kohdentuvien kasvihuone-

<sup>46</sup> Leskinen, P., Holma, A., Manninen, K., Sinkko, T., Pasanen, K., Rantala, M., Sokka, L. (2014). Uusiutuvan energian tuotannon ja käytön ympäristövaikutukset ja -riskit. Kirjallisuuskatsaus ja asiantuntija-arvio. Ympäristöministeriön raportteja 9/2014.

<sup>47</sup> Fraunhofer-Institute for Solar Energy Systems (ISE). Current and Future Cost of Photovoltaics. February 2015.

<sup>48</sup> IEA Wind Task 26 (2012). The Past and Future Cost of Wind Energy. Work Package 2. National Renewable Energy Laboratory, Technical Report NREL/TP-6A20-53510.



nekaasupäästöjen näkökulmasta eläinperäisten elintarvikkeiden käyttö on merkittävä tekijä. Teollisuudessa vientiin suuntautuvan massan ja paperin, öljytuotteiden, raudan ja teräksen sekä peruskemikaalien valmistuksen elinkaariset kasvihuonekaasupäästöt ovat merkittävimmät tekijät.

Strategian linjaukset kohdistuvat elinkaaristen kasvihuonekaasujen kannalta keskeisiin tekijöihin, kuten sähkön ja lämmön tuotantoon sekä liikenteen polttoaineisiin. Raakaöljyn käytön ja sähkön tuonnin vähentäminen vähentävät myös riippuvuutta näihin kohdennettavista ulkomaisista elinkaarisista vaikutuksista. Rakentamisen materiaalien päästöintensiivisyyden vähentäminen ja rakennusten energiatehokkuuden parantaminen vaikuttavat talonrakentamisen ja asumisen päästöihin, jotka ovat merkittäviä. Kuluttajaohjauksella on mahdollista vähentää asumiseen, liikkumiseen ja ruokaan liittyvän loppukulutuksen päästöjä (ks. luku 5.6).

Elinkaaristen kasvihuonekaasujen arvioinnissa käytetyssä ENVIMAT-mallissa ei huomioida vaikutuksia maaperän ja kasvillisuuden hiilivarastoihin, johtuen kansainvälisten tietoaineistojen rajallisuudesta. Tämän johdosta metsä- ja maatalouden sekä turvetuotannossa tapahtuvien muutosten kokonaisvaikutuksia ei voitu tässä yhteydessä arvioida. Nämä vaikutukset riippuvat pitkälti siitä, kuinka paljon energiaomavaraisuuden nostaminen ja biopolttoaineiden käytön lisääminen kohdentuvat eri raaka-aineisiin, kuten puuhun, turpeeseen, peltobiomasoihin ja jätteisiin ja minkälaisia vaikutuksia raaka-aineiden hankinnalla on maaperän ja kasvillisuuden hiilivarastoihin. Näitä vaikutuksia on käsitelty erikseen luvuissa 4.1 ja 4.2.

## 4.5 Metsätalouden vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen

*Anna Repo ja Sampo Soimakallio, Syke*

Noin puolet Suomen lajimäärästä on metsälajeja, ja suurin osa maamme uhanalaisista lajeista elää ensisijaisesti metsissä<sup>49,50,51</sup>. Viimeisimmän Suomen lajien uhanalaisuusarvion mukaan<sup>51</sup> metsissä esiintyy 814 uhanalaiseksi luokiteltua lajia eli 36 % kaikista uhanalaisista lajeista. Merkittävimmät metsälajien uhanalaisuuden syyt ja uhkatekijät ovat metsien uudistamis- ja hoitotoimet, metsien puulajisuhteiden muutokset, vanhojen metsien ja kookkaiden puiden väheneminen, lahoppuun väheneminen ja kuloalueiden sekä muiden luontaisen sukession alkuvaiheiden väheneminen. Yleisin metsälajien uhanalaisuuden syy ja uhkatekijä on lahoppuun väheneminen. Se on myös tärkein ensisijaisesti metsässä elävien silmälläpidettävien lajien taantumisen tai heikon tilanteen syy sekä uhkatekijä<sup>51</sup>. Kuolleen puun keskitilavuus Etelä-Suomessa on 3,8 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ja Pohjois-Suomessa 8,0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup><sup>52</sup>. Tämä on merkittävästi vähemmän kuin luonnontilaisissa metsissä, joissa lahoppuun tilavuudeksi on arvioitu 20–120 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup><sup>53</sup>. Uhanalaisten lajien lisäksi monet yleiset metsälajit tarvitsevat lahoppuuta. Jopa 5000 lajin eli noin neljänneksen metsälajeista arvioidaan olevan riippuvaisia lahoppuusta<sup>53</sup>. Yleisin metsälajien häviämisen syy on vanhojen metsien ja kookkaiden puiden väheneminen<sup>51</sup>. Etelä-Suomessa yli 120-vuotiaiden metsien osuus on lisääntynyt 3,0 %:sta noin 4,5 %:iin metsämaan alasta 1960-luvulta 2000-luvulle. Pohjois-Suomessa kehitys on ollut päinvastaista. Pohjois-Suomessa yli 120-vuotiaiden metsien osuus metsämaan pinta-alasta on puolittunut noin 34 %:sta 17 %:iin vastaavana ajanjaksona<sup>52</sup>.

<sup>49</sup> Ympäristöministeriö (1994). Suomen metsäluonnon monimuotoisuuden turvaaminen. Ympäristöministeriö, Alueiden käytön osasto. Muistio 3/1994. Painatuskeskus Oy, Helsinki.: 1-90.

<sup>50</sup> Siitonen J., Hanski I. (2004). Metsälajiston ekologia ja monimuotoisuus. In: Kuuluvainen T., Saaristo L., Keto-Tokoi P., Kostamo J., Kuuluvainen J., Kuusinen M., Ollikainen M., Salpakivi-Salomaa P. (eds.), Metsän kätöissä - Suomen metsäluonnon monimuotoisuus. Edita Publishing Oy. p. 76-109.

<sup>51</sup> Rassi, P., Hyvärinen, E., Juslén, A., Mannerkoski, I. (toim.) (2010). The 2010 Red List of Finnish Species. Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2010, Helsinki: Ympäristöministeriö ja Suomen ympäristökeskus.

<sup>52</sup> Peltola, A (toim), (2014). Finnish Statistical Yearbook of Forestry 2014, Vantaa: Metsäntutkimuslaitos.

<sup>53</sup> Siitonen, J., (2001). Forest management, coarse woody debris and saproxylic organisms: Fennoscandian boreal forests as an example. *Ecological Bulletins*, 49, 11–41.



Energia- ja ilmastostrategian pohjana olevan hallituksen tavoitteiden mukaisesti hakkuiden lisääminen nykytasosta 80 Mm<sup>3</sup>:iin runkopuuta vuodessa ja metsähakkeen käytön lisäys 14–18 Mm<sup>3</sup>:iin vuodessa voivat lisätä metsälajiston uhanalaistumista. Runkopuun hakkuukertymän nostaminen ja energiapuun lisääntyvä korjuu vaikuttavat monimuotoisuudelle tärkeisiin metsien rakennepiirteisiin kuten puuston määrään ja rakenteeseen, metsien ikäluokkajakau- maan ja kuolleen puun määrään. Luonnonvarakeskuksen ja Suomen ympäristökeskuksen vuoteen 2054 ulottuvissa skenaariotarkasteluissa<sup>54</sup> runkopuun hakkuukertymän kasvattami- nen Kansallisen metsästrategian 2025 mukaisesti nykyisestä 65 miljoonasta kuutiometristä 80 miljoonaan kuutiometriin vuodessa kasvatti uudistushakkuualaa 1,4-kertaiseksi verrattuna skenaarioon, jossa hakkuita kasvatettiin noin 65 miljoonasta kuutiometristä 73 miljoonaan kuutiometriin vuodessa. Uudistushakkuiden voimakas lisääminen voi vähentää järeiden van- hojen lehti- ja havupuiden määrää ja nuorentaa metsien ikärakennetta nykyisestä, mikä voi- mistaa vanhoista metsistä riippuvaisten lajien taantumista. Jos lisähakkuut kohdistuvat pää- osin kasvatushakkuihin, mallilaskelmissa metsien ikäluokkajakauma vanhenee. Tällöin laho- puun määrä puuntuotannon metsämaalla lisääntyy nykytasoon verrattuna, koska mallilas- kelmissa kuolleen puuston tilavuus kasvaa elävän puuston kokonaistilavuuden kasvaessa. Strategiassa tavoitellaan kuitenkin myös puurakentamisen edistämistä, mikä yhdessä kuitu- puun kysynnän kasvun kanssa saattaa lisätä tukkipuun kysyntää ja siten uudistushakkuiden määrää ja vähentää lahoppuun määrää. Intensiivisempi maankäyttö voi myös muuttaa maape- rän ravinnekiertoa, vesitaloutta ja vaikuttaa metsäisten luontotyyppien tilaan haitallisesti<sup>54</sup>.

WAM-skenaariossa tavoiteltu liikenteen biopolttoaineiden kotimaisen tuotannon lisäämisen arvioidaan lisäävän kotimaisen metsähakkeen käyttöä maksimissaan 4 Mm<sup>3</sup> vuodessa WEM- skenaarioon verrattuna. Lisäyksen vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen riippuvat siitä, mihin jakeisiin lisäys kohdistuu (ks. luku 4.2). Lisääntyvä energiapuun korjuu vähentää metsi- en lahoppuun määrää ja voi aiheuttaa merkittäviä muutoksia metsälajistossa<sup>51,55,56</sup>, erityisesti, jos korjuu vähentää järeän kuolleen puun määrää<sup>57,58</sup>. Metsänhoidon suositukset energia- puun korjuuseen korostavat, että järeä kuollut puu tulee jättää korjaamatta<sup>59</sup>.

Energia- ja ilmastostrategiassa tavoitellun puunkäytön lisäyksestä johtuvia metsien monimuo- toisuuteen kohdistuvia lisäpaineita voidaan pyrkiä rajoittamaan luomalla samalla uusia kan- nustimia monimuotoisuuden ylläpitämiseksi. Hakkuiden lisäämisen monimuotoisuudelle hai- tallisia vaikutuksia voidaan pyrkiä lieventämään esimerkiksi jättämällä järeitä eläviä säästö- puita uudistushakkuualoille nykyistä enemmän, välttämällä puun korjuuta arvokkaita luonto- kohteilta, säästämällä kuollutta puuta nykyistä enemmän hakkuukohteilla<sup>54</sup> sekä alueellisen metsäsuunnittelun<sup>60</sup>, ekologisen päätösanalyysin ja spatiaalisen priorisoinnin avulla<sup>61,62</sup>. Jos paineiden suuntaamisessa ja rajoittamisessa epäonnistutaan, puukäytön lisääminen voi han- kaloittaa kansainvälisen biodiversiteettisopimuksen ja sen toteuttamiseen pyrkivien strategi- oiden tavoitteiden saavuttamista.

<sup>54</sup> Korhonen, K.T., Auvinen, A.-P., Kuusela, S., Punttila, P., Salminen, O., Siitonen, J., Ahlroth, P., Jäppinen, J.-P., Kolström, T. (2016). Biotalouskennarioiden mukaisten hakkuiden vaikutukset metsien monimuotoisuudelle tärkeisiin rakennepiirteisiin. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 51/2016.

<sup>55</sup> Riffell, S., Verschuyt, J., Miller, D., & Wigley, T. B. (2011). Biofuel harvests, coarse woody debris, and biodiversity—a meta-analysis. *Forest Ecology and Management*, 261(4), 878-887.

<sup>56</sup> Johansson, V., Felton, A. & Ranius, T. (2016). Long-term landscape scale effects of bioenergy extraction on dead wood-dependent species. *Forest Ecology and Management*, 371, 103–113.

<sup>57</sup> Antikainen, R., Tenhunen, J., Ilomäki, M., Mickwitz, P., Punttila, P., Puustinen, M., Seppälä, J. & Kauppi, L. (2007). Bioenergian uudet haasteet Suomessa ja niiden ympäristönäkökohdat: nykytilakatsaus. Suomen Ympäristökeskuksen Raportteja, 11.

<sup>58</sup> Bouget, C., Lassauce, A. & Jonsell, M., 2012. Effects of fuelwood harvesting on biodiversity — a review focused on the situation in Europe. *Canadian Journal of Forest Research* 42(8), 1421–1432.

<sup>59</sup> Koistinen, A., Luiro, J.-P. & Vanhatalo, K. (toim.) 2016. Metsänhoidon suositukset energiapuun korjuuseen, työopas. Tapion julkaisuja

<sup>60</sup> Triviño, M., Pohjanmies, T., Mazziotta, A., Juutinen, A., Podkopaev, D., Le Tortorec, E., & Mönkkönen, M. (2016). Optimizing management to enhance multifunctionality in a boreal forest landscape. *Journal of Applied Ecology*. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12790>

<sup>61</sup> Kareksela, S., Moilanen, A., Tuominen, S., & Kotiaho, J. S. (2013). Use of inverse spatial conservation prioritization to avoid biological diversity loss outside protected areas. *Conservation Biology*, 27(6), 1294-1303.

<sup>62</sup> Lehtomäki, J., 2014. Spatial conservation prioritization for Finnish forest conservation management. Helsingin yliopisto, väitöskirja.

## 4.6 Metsätalouden vesistövaikutukset

*Ahti Lepistö, Syke*

Ilmastonmuutoksen hillintätoimenpiteiden vesistövaikutukset liittyvät läheisesti puunkäytön kehitykseen. Tehostuva metsätalous vaikuttaa samaan suuntaan kuin äärevöityvä ilmasto. Molemmat lisäävät vesien kuormitusta. Typpi- ja fosforikuormitus aiheuttavat vesistöjen rehevöitymistä ja kiintoainekuormitus sameutumista, liettymistä ja umpeenkasvua. Kuormituksen aiheuttamat vesistövaikutukset riippuvat mm. maankäytön alueellisesta laajuudesta, toimenpiteiden voimaperäisyydestä sekä valuma-alueen että vastaanottavan vesistön ominaisuuksista. Ihmistoiminnan aiheuttamasta typpikuormituksesta metsätalouden osuuden on arvioitu olevan Suomessa n. 5 % ja fosforikuormituksesta 6 %<sup>63</sup>. Metsätaloudessa vesistökuormitusta aiheutuu lähinnä hakkuista, lannoituksista ja kunnostusojituksista, joita toteutetaan vuosittain pienellä osalla koko metsäalasta<sup>64</sup>.

Hakkuiden lisääminen energia- ja ilmastostrategian tavoitteiden mukaisesti (vrt. luku 4.5) lisää vesistökuormitusta. Esimerkiksi fosforikuormituksen on suometsävaltaisilla koealueilla havaittu kohoavan eri tavoin toteutettujen hakkuiden ja kokopuukorjuun jälkeen. Fosforikuormitus kasvaa etenkin silloin, kun intensiiviset hakkuut nostavat pohjaveden pinnan lähelle maanpintaa<sup>65</sup>. Toisaalta, SYKE:n pienten metsävaluma-alueiden verkon uusimmissa tuloksissa on havaittu, että metsien fosforilannoituksen voimakas väheneminen 1990-luvulla näkyi selvästi vähentyneenä fosforikuormituksena vesiin<sup>66</sup>. Tämä suotuista kehitys on uhattuna jos lannoitusmäärät lähtevät uudelleen nousuun.

Energiapuun korjuun lisäämisessä ongelmallista vesistöjen kannalta on etenkin kantojen nosto metsämaasta. Se lisää entisestään orgaanisen aineksen eroosiota ja kuormitusta, joka on jo kasvamassa myös ilmastosyistä. Luonnonvarakeskuksen uusimpien tutkimustulosten mukaan kokopuukorjuu, jossa myös kannot nostetaan, lisää orgaanisen aineksen huuhtoutumista selvästi<sup>67</sup>. Humuksen mukana liikkeelle lähtee myös metalleja.

Metsäbiomassan lisääntyvän käytön haitallisia vesistövaikutuksia voidaan rajoittaa muun muassa käyttämällä metsämaaperän käsittelyssä mahdollisimman kevyitä menetelmiä. Painottamalla biomassan lisäkäyttöä harvennushakkuisiin ja hakkuutähteisiin, vesistövaikutukset jäävät myös todennäköisesti huomattavasti pienemmiksi verrattuna hyödyntämiseen, johon liittyy laajamittaista kantojen nostoa ja kokopuukorjuuta. Ongelmallisimpia vesistöjen kannalta ovat voimaperäiset hakkuut ja maaperän muokkaus suometsissä. Metsien monimuotoisuuden ylläpitämistä edistävät toimet (luku 4.5) taas ovat hyödyllisiä myös vesistöjen kannalta.

## 4.7 Vaikutukset ilmanlaatuun

*Niko Karvosenoja ja Mikko Savolahti, Syke*

*Timo Lanki, Raimo Salonen ja Pekka Tiittanen, THL*

Suurin osa ilmansaasteisiin liittyvistä vakavista terveyshaitoista aiheutuu pienhiukkasista<sup>12,68</sup>. Kotimaisista pienhiukkasten päästölähteistä suurimpia ovat puun pienpoltto, tieliikenne, sisäl-

<sup>63</sup> SYKE 2013. Vesistöjen ravinnekuormitus ja luonnon huuhtouma. [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat\\_ja\\_tilastot/Vesistojen\\_ravinnekuormitus\\_ja\\_luonnon\\_huuhtouma](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Vesistojen_ravinnekuormitus_ja_luonnon_huuhtouma), päivitetty 3.9.2013. (Viitattu 7.11.2016).

<sup>64</sup> Launiainen Samuli, Sarkkola Sakari, Laurén Ari, Puustinen Markku, Tattari Sirkka, Mattsson Tuija, Piirainen Sirpa, Heinonen Jaakko, Alakukku Laura, Finér Leena. (2014). KUSTAA -työkalu valuma-alueen vesistökuormituksen laskentaan. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 33/2014. 55 p.

<sup>65</sup> Kaila A., Sarkkola S., Laurén A., Ukonmaanaho L., Koivusalo H., Xiao L., O'Driscoll C., Asam Z., Tervahauta A. & Nieminen M. (2014). Phosphorus export from drained Scots pine mires after clear-felling and bioenergy harvesting. *Forest Ecology and Management* 325: 99–107.

<sup>66</sup> Tattari S, Koskiahio J, Kosunen M, Lepistö A, Linjama J, Puustinen M. (2017). Nutrient loads from agricultural and forested areas in Finland from 1981 up to 2011 – is the efficiency of water protection measures seen? *Environmental Monitoring & Assessment* (submitted).

<sup>67</sup> Kiikkilä, O., Nieminen, T.M., Starr, M., Mäkilä, M., Loukola-Ruskeeniemi, K., Ukonmaanaho, L. (2014). Leaching of dissolved organic carbon and trace elements after stem-only and whole-tree clear-cut on boreal peatland. *Water, Air & Soil Pollution*. 255, 1–11.

<sup>68</sup> Hänninen O., Leino O., Kollanus V. & Jantunen M. 2010. Pienhiukkaset ja sisäilman saasteet suurimpia kansanterveysriskejä. *Ilmansuojelu* 2/2010. s.4-8.

täen sekä pakokaasupäästöt että katupölyn, ja työkoneet. Puun poltto takoissa ja kiukaissa heikentää ilmanlaatua erityisesti tiiviisti rakennetuilla pientalovaltaisilla alueilla. Puunpolton päästöjen pienhiukkaset aiheuttavat ennenaikaisia kuolemia ja lisäävät sairaustapauksia aivan kuten liikenteenkin pienhiukkaset. Näiden ns. lähipäästöjen primäärihiukkasten lisäksi hengitysilman pitoisuuksiin vaikuttavat merkittävästi myös kaukokulkeumana Euroopasta tulevat hiukkaset ja kotimaisten lähteiden kaasupäästöistä muodostuvat sekundäärihiukkaset. Taulukoissa 2, 3 ja 4 esitetään tärkeimpien ilmanlaatuun vaikuttavien epäpuhtauksien päästöt nykytilassa sekä vuonna 2030 WEM- ja WAM-skenaarioissa.

**Taulukko 2. Polttoaineiden primäärienergia ja ilmansuojelun kannalta merkittävät päästöt Suomessa vuonna 2015. Luvut ovat energiankäytön ennakkotietojen perusteella mallinnettuja arvioita.**

2015	Polttoaineiden primäärienergia [PJ]	SO <sub>2</sub> [kton]	NO <sub>x</sub> [kton]	Primääri PM <sub>2,5</sub> [kton]	Musta hiili [kton]
Energiantuotanto ja teollisuuden poltto	584	23.1	53.9	2.6	0.0
• Hiili ja koksi	63	8.7	10.4	0.1	0.0
• Turve	60	9.0	7.0	0.2	0.0
• Puu, jäte	145	0.1	13.9	0.8	0.0
• Mustalipeä	144	0.5	9.0	1.3	0.0
• Öljyt	30	4.1	3.7	0.1	0.0
• Kaasut	151	0.6	9.9	0.1	0.0
Teollisuusprosessit	-	10.3	7.1	1.1	0.0
Pienpoltto	89	2.0	10.8	11.2	3.5
• Puun pienkäyttö	61	0.0	8.8	10.5	3.3
Tieliikenne	161	0.1	42.8	1.2	0.8
Työkoneet ja muu liikenne	46	1.3	32.3	2.4	0.9
Katupöly*	-	-	-	1.1	0.1
Muut lähteet**	-	0.0	0.0	3.4	0.0
<b>Yhteensä</b>	<b>880</b>	<b>36.8</b>	<b>146.9</b>	<b>23.0</b>	<b>5.3</b>

**Taulukko 3. Polttoaineiden primäärienergia ja ilmansuojelun kannalta merkittävät päästöt Suomessa WEM-skenaariossa vuonna 2030.**

WEM 2030	Polttoaineiden primäärienergia [PJ]	SO <sub>2</sub> [kton]	NO <sub>x</sub> [kton]	Primääri PM <sub>2,5</sub> [kton]	Musta hiili [kton]
Energiantuotanto ja teollisuuden poltto	596	6.6	38.0	2.0	0.0
• Hiili ja koksi	32	1.7	1.9	0.0	0.0
• Turve	44	1.8	3.9	0.1	0.0
• Puu, jäte	202	1.0	15.5	0.5	0.0
• Mustalipeä	173	0.7	9.4	1.3	0.0
• Öljyt	22	0.7	2.5	0.1	0.0
• Kaasut	123	0.7	4.7	0.0	0.0
Teollisuusprosessit	-	11.1	7.8	1.1	0.1
Pienpoltto	85	1.4	10.2	9.7	2.9
• Puun pienkäyttö	67	0.0	8.9	9.1	2.9
Tieliikenne	144	0.1	12.0	0.2	0.1
Työkoneet ja muu liikenne	44	0.2	13.0	0.5	0.2
Katupöly*	-	-	-	1.2	0.1
Muut lähteet**	-	0.0	0.0	3.0	0.0
<b>Yhteensä</b>	<b>869</b>	<b>19.4</b>	<b>81.0</b>	<b>17.7</b>	<b>3.4</b>

**Taulukko 4. Polttoaineiden primäärienergia ja ilmansuojelun kannalta merkittävät päästöt Suomessa WAM-skenaariossa vuonna 2030.**

WAM 2030	Polttoaineiden primäärienergia [PJ]	SO <sub>2</sub> [kton]	NO <sub>x</sub> [kton]	Primääri PM <sub>2,5</sub> [kton]	Musta hiili [kton]
Energiantuotanto ja teollisuuden poltto	600	6.3	41.2	2.3	0.0
• Hiili ja koksi	17	1.3	1.4	0.0	0.0
• Turve	45	1.8	4.0	0.1	0.0
• Puu, jäte	216	1.0	19.1	0.6	0.0
• Mustalipeä	173	0.7	9.4	1.3	0.0
• Öljyt	22	0.7	2.4	0.1	0.0
• Kaasut	128	0.7	5.0	0.0	0.0
Teollisuusprosessit	-	11.1	7.8	1.1	0.1
Pienpoltto	85	1.4	10.2	9.7	2.9
• Puun pienkäyttö	67	0.0	8.9	9.1	2.9
Tieliikenne	131	0.0	11.1	0.2	0.1
Työkoneet ja muu liikenne	44	0.2	13.0	0.5	0.2
Katupöly*	-	-	-	1.1	0.1
Muut lähteet**	-	0.0	0.0	3.0	0.0
<b>Yhteensä</b>	<b>860</b>	<b>19.0</b>	<b>83.3</b>	<b>17.9</b>	<b>3.4</b>

\*Katupölypäästöjen laskentajärjestelmä on tarkentunut julkaisun: Energia ja ilmastostrategian vaikutusarviot – yhteenvertaamoratti<sup>6</sup> jälkeen. Uusi laskenta perustuu NORTRIP katupölymalliin<sup>69</sup> ja huomioi paremmin mm. meteorologisten tekijöiden ja katujen kunnossapitotoimien vaikutukset. Uusi arvio katupölypäästöistä on 65 % alhaisempi kuin yhteenvertaamoratti<sup>6</sup> on esitetty.

\*\*Muut lähteet sisältävät mm. maataloudesta, turpeen tuotannosta, rakennustoiminnasta ym. syntyvät pölypäästöt

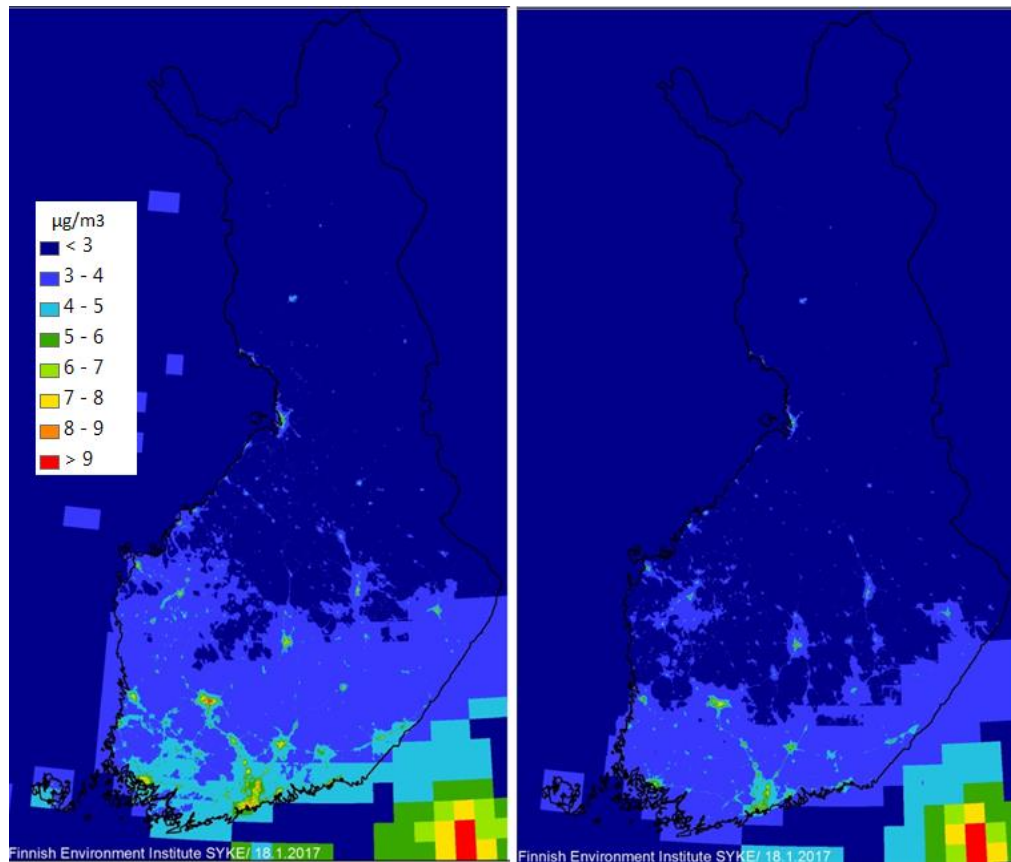
<sup>69</sup> Denby, B.R., Ketzler, M., Ellermann, T., Stojiljkovic, A., Kupiainen, K., Niemi, J.V., Norman, M., Johansson, C., Gustafsson, M., Blomqvist, G., Janhäll, S., Sundvor, I. 2016. Road salt emissions: A comparison of measurements and modelling using the NORTRIP road dust emission model. Atmospheric environment 141: 508-522.

Kaikki tarkastellut ilmansaastepäästöt vähenevät merkittävästi vuodesta 2015 vuoteen 2030, vaikka kokonaisenergiankäyttö nousee. Päästövähennykset ovat pitkälti seurausta voimaantulevasta tai jo voimassa olevasta EU-lainsäädännöstä, joka rajoittaa erityisesti liikenteen ja polttolaitosten päästöjä. Polttoainemuutoksista suurimmat vaikutukset ovat kivihiilen käytön vähenemisellä, joka laskee merkittävästi rikin- ja typenoksidipäästöjä, ja puun käytön lisäämisellä polttolaitoksissa, mikä kiristyvistä päästörajoituksista huolimatta saattaa lisätä jonkin verran typenoksidipäästöjä. Prosessiteollisuuden osalta uuden päästölainsäädännön vaikutusta ei ole arvioitu, joten muutokset päästöissä seuraavat suoraan arviota tuotantovolyymien kehityksestä.

Pienpolttolaitteiden energiatehokkuudelle ja enimmäispäästöille on laadittu EU-tason määräykset, mutta ne muuttuvat sitoviksi vasta vuonna 2022. Silloinkin ne koskevat vain uusia tulisijoja ja puuta polttavia kattiloita eivätkä ollenkaan saunankiukkaita. Ilman muita toimia, uudet määräykset tulevat vaikuttamaan taajamien ilmanlaatuun hyvin hitaasti. Teknisten parannusten lisäksi esimerkiksi valistuskampanjat, joiden yhteydessä takkojen ja kiukaiden käyttäjiä neuvotaan hyvistä polttopuun säilytys- ja käyttötavoista ja kerrotaan puunpolton ilmansaasteiden terveyshaitoista, voisivat vähentää pienhiukkasten päästöjä ja niille altistumista. Paikallisten ilmanlaatuvaikutusten lisäksi myös ilmastoa lämmittävien mustan hiilen ja metaanin päästöt voisivat pienentyä. Strategian mukaisessa arvioissa puun pienkäyttö kasvaa nykyisestä ja korvaa muita vastaavia lämmitysmuotoja kuten öljyn käyttöä. Toisaalta talojen energiatehokkuuden paraneminen laskee kokonaisenergian tarvetta. Pienhiukkasten kokonaispäästöt laskevat tarkastelluista päästökomponenteista vähiten, koska puun pienpoltto pysyy selvästi suurimpana pienhiukkasten päästölähteenä eikä sen päästöjä aiota pienentää erillisillä kansallisilla toimilla.

Ilman epäpuhtauksien kannalta erot WEM- ja WAM-skenaarioiden välillä ovat pienet (kuva 3). Merkittävimmät muutokset ovat kivihiilen osittainen korvautuminen uusiutuvilla energiamuodoilla ja tieliikenteen alenevat polttoaineen kulutusmäärät, jotka ovat seurausta liikenteen tehostumisesta ja kulkutapamuutoksista sekä lisääntyvästä sähkö- ja kaasuautojen määrästä. Voimalaitosten korkeista piipuista tulevilla päästöillä on nykyiselläänkin melko vähän vaikutuksia ilmanlaatuun Suomessa. Liikenteellä vaikutus päästöyksikköä kohden on selvästi suurempi. Tämä merkitsee käytännössä sitä, että koko maan mittakaavassa vähäisiltä näyttävillä päästömuutoksilla voi olla merkitystä altistumisen kannalta. Sähköautojen käyttövoiman tuottaminen voimalaitoksissa autojen polttomoottoreiden sijaan, autokannan uusiutumisen nopeuttaminen, kaasuautojen määrän lisääntyminen ja kuljetusten energiatehokkuuden edistäminen parantavat jossain määrin ilmanlaatua kaupunkialueilla, joissa päästöille altistuu suuri määrä ihmisiä. Vaikutus kohdentuu erityisesti pakokaasupäästöjen aiheuttamiin typpidioksidin ja pienhiukkasten pitoisuuksiin. Ajoneuvojen pakokaasupäästöt ovat kuitenkin suhteellisen alhaiset vuonna 2030 molemmissa skenaarioissa, ja WAM-skenaariossa lisätoimien vaikutus koko maan päästöjen tasolla on vähäinen. Yllä mainitut keinot eivät vaikuta katupölypäästöihin, joiden suhteellinen vaikutus ilmanlaatuun kasvaa siten tulevaisuudessa. Katupöly sisältää myös pienhiukkasia ja aiheuttaa viihtyvyyshaittojen lisäksi myös terveyshaittoja. Sen sijaan kaupunkialueiden liikennesuoritteita vähentävät keinot kuten kulkutapamuutokset pyöräilyyn ja kävelyyn vähentävät katupölypäästöjä. Lisäksi ne vähentävät muun muassa ruuhkia ja melua sekä parantavat yleistä viihtyvyyttä.

Kuva 3. Mallinnetut pienhiukkaspitoisuudet nykytilassa (vasemmalla) ja vuonna 2030 (oikealla) WAM-skenaariossa.



Mallinnus sisältää Suomen primääristen pienhiukkaspäästöjen (PM2.5) vaikutuksen (mallinnusjärjestelmä kuvattu Karvosenoja ym.<sup>70</sup>) ja kaukokulkeuman<sup>71</sup>.

Yli puolet altistumisesta pienhiukkasille (kuvan 3 mukaiset mallinnetut pitoisuudet) aiheutuu Suomessa alueellisesta kulkeumasta ja kaukokulkeumasta (taulukko 5). Pienpolton ja liikenteen aiheuttamat päästöt ovat tärkeimmät kotimaiset pienhiukkaslähteet altistumisen kannalta nykytilanteessa. Tulevaisuusskenaarioissa liikenteen (tieliikenne, työ koneet ja muu liikenne) pakokaasupäästöjen aiheuttama altistuminen vähenee voimakkaasti; hieman enemmän WAM- kuin WEM-skenaariossa. Katupölylle altistuminen kasvaa hieman WEM-skenaariossa, mutta pysyy käytännössä samana WAM-skenaariossa, kun otetaan huomioon väestömuutokset. Pienpolton hiukkasille altistuminen vähenee tulevaisuudessa hieman, mutta skenaarioiden välillä ei ole eroa.

<sup>70</sup> Karvosenoja N., Kangas L., Kupiainen K., Kukkonen J., Karppinen A., Sofiev M., Tainio M., Paunu V.-V., Ahtoniemi P., Tuomisto J. T., Porvari P. (2011). Integrated modeling assessments of the population exposure in Finland to primary PM2.5 from traffic and domestic wood combustion on the resolutions of 1 and 10 km. *Air Quality, Atmosphere & Health* 4, 179–188.

<sup>71</sup> Amann, M., Bertok, I., Borken-Kleefeld, J., Cofala, J., Heyes, C., Høglund-Isaksson, L., Klimont, Z., Nguyen, B., Posch, M., Rafaj, P., Sandler, R., Schöpp, W., Wagner, F., and Winiwarter, W. (2011). Cost-effective control of air quality and greenhouse gases in Europe: Modeling and policy applications. *Environmental Modelling & Software* 26, 1489–1501.

**Taulukko 5. Väestöpainotettu altistuminen ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , ka.) kotimaisista päästölähteistä sekä alueellisesta ja kaukokulkeumasta peräisin oleville pienhiukkasille Suomessa vuonna 2015 sekä WEM- ja WAM-skenaarioissa vuonna 2030.**

	2015	WEM 2030		WAM 2030	
		Nykyinen väestö	Ennustettu väestö	Nykyinen väestö	Ennustettu väestö
<b>Energiantuotanto ja teollisuus</b>	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02
<b>Pienpoltto</b>	0,72	0,65	0,66	0,65	0,66
<b>Tieliikenne</b>	0,27	0,04	0,04	0,03	0,03
<b>Työkoneet ja muu liikenne</b>	0,26	0,03	0,04	0,03	0,04
<b>Katupöly</b>	0,19	0,20	0,21	0,18	0,19
<b>Muut lähteet</b>	0,19	0,19	0,20	0,19	0,20
<b>Alueellinen ja kaukokulkeuma</b>	3,38	2,93	2,96	2,93	2,96
<b>Yhteensä</b>	<b>5,0</b>	<b>4,1</b>	<b>4,1</b>	<b>4,0</b>	<b>4,1</b>

*Laskelmissa ei ole mukana kotimaisia sekundaarisia hiukkasia; ikäryhmä 30 vuotta ja vanhemmat.*

Nykytilanteessa suurimmat kuolleisuusvaikutukset aiheutuvat Suomessa pitkäaikaisesta altistumisesta pienpolton ja liikenteen pienhiukkasille. Pienpolton päästöistä aiheutuu vuosittain noin 200 ennen aikaista kuolemaa, liikenteen ja työkoneiden pakokaasuista sekä katupölystä yhteensä yhtä paljon (taulukko 6). Tuloksia tarkasteltaessa on huomioitava, että itse lukuarvoihin sisältyy moniportaisen mallinnuksen ja epidemiologisen taustatiedon rajoitteiden vuoksi väistämättä runsaasti epävarmuutta. Eri lähteille on lisäksi käytetty samaa altistevastefunktiota, joten erot eri lähteistä peräisin olevien hiukkasten haitoissa Suomessa aiheutuvat suoraan eroista mallinnetussa altistumisessa. Eri lähteistä peräisin olevien hiukkasten toksisuudessa on todennäköisesti eroa, mutta tätä ei vielä nykytiedon perusteella pystytä määrällisesti arvioimaan.

Pienpolton hiukkasten kuolleisuusvaikutus ei tulevaisuudessakaan vähene, kun huomioidaan väestöennusteet (väestönkasvu ja maan sisäinen muuttoliike). Katupölyn ja kategorian ”Muut lähteet” (mm. maataloudesta, turpeen tuotannosta, rakennustoiminnasta ym. syntyvät pölypäästöt) aiheuttamat kuolemat jopa lisääntyvät tulevaisuudessa. Altistumisen vähenemisen mukaisesti liikenteen pakokaasupäästöt lisäävät tulevaisuusskenaarioissa enää hyvin vähän kuolleisuutta. Pakokaasupäästöjen ja katupölyn terveyshaittojen kannalta WAM-skenaario on hieman parempi, muuten tulevaisuusskenaarioissa ei ole eroa. Kaikkiaan pienhiukkasista aiheutuu tulevaisuudessa hieman nykyistä vähemmän kuolemia.



**Taulukko 6. Kotimaisista päästölähteistä sekä alueellisesta ja kaukokulkeumasta peräisin olevien pienhiukkasten aiheuttamat ennenaikaiset kuolemat Suomessa vuonna 2015 sekä WEM- ja WAM-skenaarioissa vuonna 2030.**

	2015	WEM 2030		WAM 2030	
		Nykyinen väestö	Ennustettu väestö	Nykyinen väestö	Ennustettu väestö
<b>Energiantuotanto ja teollisuus</b>	9	7	8	7	8
<b>Pienpoltto</b>	205	186	208	186	208
<b>Tieliikenne</b>	77	11	13	10	11
<b>Työkoneet ja muu liikenne</b>	74	10	12	10	12
<b>Katupöly</b>	55	58	67	53	61
<b>Muut lähteet</b>	53	55	64	55	64
<b>Yhteensä</b>	<b>473</b>	<b>327</b>	<b>372</b>	<b>321</b>	<b>364</b>
<b>Alueellinen ja kaukokulkeuma</b>	961	834	931	834	931
<b>Kaikki Yhteensä</b>	<b>1434</b>	<b>1161</b>	<b>1303</b>	<b>1155</b>	<b>1295</b>

*Laskelmissa ei ole mukana kotimaisia sekundäärisiä hiukkasia.*

Suurin osa pienhiukkasiin yhdistyvistä terveyshaitoista aiheutuu pitkäaikaisesta, vuosia kestävästä altistumisesta. Pitkäaikainen pienhiukkasille altistuminen ei ole yhteydessä ainoastaan lisääntyneeseen kuolleisuuteen vaan myös kroonisista sydän- ja hengityselinsairauksista kärsimiseen ja moniin lievempiin haittoihin. Näiden osalta pienhiukkasille ei kuitenkaan ole olemassa yhtä luotettavia altiste-vastefunktioita kuin kuolleisuudelle, ja siksi vaikutuksia ei ole tässä raportissa arvioitu.

Lyhytaikaisen altistumisen kuolemaa vähäisempiä vaikutuksia arvioitiin laskemalla pienhiukkasten vaikutukset sairaaloissa rekisteröityihin, vähintään yön yli kestäneisiin hoitjaksoihin (taulukko 7). Tulevaisuudessa pienhiukkasten aiheuttamien hoitjaksojen määrä vähenee WEM- ja WAM-skenaarioissa kokonaisuudessaan hieman, kuten kuolleisuuskin altistumisen vähentyessä. Lyhytaikainen altistuminen kotimaisista lähteistä peräisin oleville pienhiukkasille aiheuttaa suurin piirtein yhtä paljon sairaalahoitjaksoja kuin pitkäaikainen altistuminen kuolemia, tulevaisuudessakin yli 300 vuosittain; noin puolet hoitjaksoista aiheutuu sydän- ja verisuonisairauksista ja puolet hengityselinsairauksista.



**Taulukko 7. Lyhytaikaisesta pienhiukkasille altistumisesta aiheutuvat sairaalahoitajaksot Suomessa vuonna 2015 sekä WEM- ja WAM-skenaarioissa vuonna 2030 (enustettu väestö).**

	2015		WEM 2030		WAM 2030	
	Sydän- ja verisuonisairaudet	Hengityselinsairaudet	Sydän- ja verisuonisairaudet	Hengityselinsairaudet	Sydän- ja verisuonisairaudet	Hengityselinsairaudet
<b>Energiantuotanto ja teollisuus</b>	4	4	3	4	3	4
<b>Pienpoltto</b>	94	103	92	100	92	100
<b>Tieliikenne</b>	36	39	6	6	5	5
<b>Työkoneet ja muu liikenne</b>	35	38	5	6	5	6
<b>Katupöly</b>	26	28	30	32	27	30
<b>Muut lähteet</b>	25	27	29	31	29	31
<b><u>Yhteensä</u></b>	<b>220</b>	<b>239</b>	<b>165</b>	<b>179</b>	<b>161</b>	<b>176</b>
<b>Alueellinen ja kaukokulkeuma</b>	439	478	409	445	409	445
<b><u>Kaikki yhteensä</u></b>	<b>659</b>	<b>717</b>	<b>574</b>	<b>624</b>	<b>570</b>	<b>621</b>

Laskelmissa ei ole mukana kotimaisia sekundäärisiä hiukkasia.

## 4.8 Yhdyskuntarakenteen muutosten vaikutukset

*Mikael Hildén, Mika Ristimäki, Antti Rehunen, Niko Karvosenoja ja Mikko Savolahti, SYKE  
Timo Lanki, THL*

Yhdyskuntarakenteen muutoksiin liittyy myös muita ympäristövaikutuksia kuin kasvihuonekaasupäästöjen väheneminen. Politiikkaskenaariossa (WAM) pyritään toimenpiteisiin, jotka luovat nykyistä paremmat edellytykset kehittää julkista ja kevyttä liikennettä ja vähentää erityisesti yksityisautojen liikennesuoritteita. Linjaukset luovat edellytyksiä säästää luonnonvaroja ja vähentävät erityisesti ilmansaasteita (taulukko 8). Mahdolliset haitalliset vaikutukset liittyvät yhdyskuntarakenteen tiivistymisen kautta mm. viheralueisiin kohdistuviin paineisiin sekä paikoitellen lisääntyvään altistumiseen melulle ja ilmansaasteille. Viheralueet ovat tärkeitä kaupunkiympäristön viihtyvyydelle, mutta tämän lisäksi uudet tutkimukset viittaavat viheralueiden lähellä asumisen olevan yhteydessä parempaan terveyteen<sup>72</sup>. Tätä voivat selittää viherympäristöjen stressiä vähentävät ja virkistysliikuntaa lisäävät vaikutukset. Viheralueiden vähentyminen voi heikentää myös kaupunkien kykyä sietää ilmastonmuutosta, jolloin esim. helleaaltojen ja tulvien aiheuttamat haitat voivat lisääntyä<sup>73</sup>.

Ilmansaasteille ja melulle altistuminen voi lisääntyä merkittävästi alueilla, joissa asuinrakennukset sijoitetaan lähelle vilkkaita teitä. Vilkkaiden teiden lähellä asuminen on yhdistetty lukuisissa tutkimuksissa terveydentilan heikkenemiseen<sup>74,75</sup>. Vaikutusten merkittävyyteen vai-

<sup>72</sup> Hartig T, Mitchell R, de Vries S, Frumkin H. (2014). Nature and health. *Annual Review of Public Health*, 35, 207-28.

<sup>73</sup> Depietri Y, Renaud FG, Kallis G. (2012). Heat waves and floods in urban areas: a policy-oriented review of ecosystem services. *Sustainability Science*. 7, 95-107.

<sup>74</sup> Hoffmann B, Moebus S, Kröger K, Stang A, Möhlenkamp S, Dragano N, Schermund A, Memmesheimer M, Erbel R, Jöckel KH. (2009). Residential exposure to urban air pollution, ankle-brachial index, and peripheral arterial disease. *Epidemiology*. 20, 280-8.

kuttaa voimakkaasti suunnittelun käytännön toteutus sekä tekninen kehitys. Esimerkiksi auto-kannan nopea sähköistyminen vähentää sekä pakokaasupäästöjä että melua. Ilmansaasteiden kulkeutumista sisätiloihin esimerkiksi liikennealueilla voi vähentää tehostetulla ilman-suodatuksella, mutta tämä lisää jossain määrin energiankulutusta. Yhdyskuntarakenteen suunnittelulla voidaan vaikuttaa myös yhteiskunnallisen tasa-arvon toteutumiseen, ja samalla kasvihuonekaasupäästöihin ja muihin ympäristövaikutuksiin. Esimerkiksi julkisen liikenteen edellytysten varmistaminen suunnittelulla vaikuttaa palvelun saavutettavuuteen ja ihmisten liikkuvuuteen sekä ilman laatuun.

---

<sup>75</sup> Lanki T, Hampel R, Tiittanen P, Andrich S, Beelen R, Brunekreef B, Dratva J, de Faire U, Fuks KB, Hoffmann B, Imboden M, Jousilahti P, Koenig W, Mahabadi AA, Künzli N, Pedersen NL, Penell J, Pershagen G, Probst-Hensch NM, Schaffner E, Schindler C, Sugiri D, Swart WJ, Tsai MY, Turunen AW, Weinmayr G, Wolf K, Yli-Tuomi T, Peters A. (2015). Air pollution from road traffic and systemic inflammation in adults: a cross-sectional analysis in the European ESCAPE project. *Environmental Health Perspectives*, 123, 785-791.

**Taulukko 8. Yhdyskuntarakenteeseen liittyvät ympäristövaikutukset.**

Tarkasteltu toimenpide	Positiivisia ympäristövaikutuksia kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen lisäksi	Mahdollisia haitallisia ympäristövaikutuksia
Maankäytön, asumisen, liikenteen, palvelujen ja elinkeinoyhteen sovittaminen kaupunkiseuduilla	Logistiikan kehittämisen edellytykset paranevat ja joukkoliikenteen osuus voi kasvaa mikä vähentää ilmansaasteita; jakamistalouden edellytysten parantaminen → luonnonvarojen säästyminen	Infrastruktuurin kehittäminen osittain nykyisten viheralueiden kustannuksella
Uuden rakentamisen ohjaaminen yhdyskuntarakenteessa jalankulku- ja joukkoliikenneväylykkeille	Autoajosuoritteen määrän väheneminen: yleisesti ottaen ilman laatu paranee ja liikennemelutasot alenevat	Tiiviiseen yhdyskuntarakenteeseen liittyen ilmansaasteille ja melulle altistuvien määrä voi paikoitellen kasvaa
Täydennysrakentamisen edistäminen sekä yhdyskuntarakenteellisesti hyvien sijaintien luominen ja hyödyntäminen uudistamiskentissä	Yhä suurempi osa asuu alueella, jossa arkimatkat ovat lyhyempiä kuin tällä hetkellä keskimäärin ja jossa ne on mahdollista tehdä nykyistä enemmän jalkaisin, pyörällä tai joukkoliikenteellä. Joukkoliikenteen käyttöosuus kasvaa ja henkilöauton vähenee, mikä vähentää ilmansaasteita ja melua. Lisääntynyt kävely ja pyöräily tuovat terveyshyötyjä. Ikääntyneiden mahdollisuudet itsenäiseen asumiseen paranevat. Liikenteen tarvitsema maa-ala asukasta ja kerrosalaa kohden on vähäisempi. Infrastruktuurin rakentamisessa ja ylläpidossa kuluu vähemmän luonnonvaroja ja aiheutuu vähemmän päästöjä.	Kaupunkialueiden kasvun takia osa uudesta yhdyskunta-rakentamisesta tapahtuu nykyisille viheralueille. Tiiviiseen yhdyskuntarakenteeseen liittyvä ilmansaasteille ja melulle altistuvien määrä voi paikoitellen kasvaa. Viheralueisiin kohdistuvat paineet kasvavat, maankäyttökiisat mahdollisesti kärjistyvät, ja puunpolton saatuille altistuvien määrä voi lisääntyä.
Työpaikkojen ja palvelujen ohjaaminen keskuksiin, alakeskuksiin ja hyvän palvelutason joukkoliikenteen solmukohtiin	Kestävien liikkumismuotojen käyttö lisääntyy, arjen sujuvuus paranee erityisesti autottomilla väestöryhmillä. Henkilöautojen ajosuoritteen määrä vähenee, jolloin ilman laatu paranee ja melun tuotanto vähenee. Kaupunkien keskusta-alueiden elävyys ja elinvoimaisuus paranevat.	Liikenteen solmukohtissa tapahtuva liikenteen määrän kasvu voi kumota osan ympäristöhyödyistä.
Edellytysten luominen kävelyn pyöräilyn ja joukkoliikenteen edistämistoimille sekä henkilöautojen käytön muutoksille	Myönteiset terveysvaikutukset liikunnan lisääntymisen kautta, ajoneuvosuoritteen määrän lasku → luonnonvarojen säästyminen Jalankulku- ja pyöräily- ympäristön viihtyisyyden sekä arjen sujuvuuden parantaminen, matka-ajan parempi hyödyntäminen, jakamistalouden kehittyminen, mm. henkilöautojen yhteiskäytön ja kimppakyytien määrän kasvu	
Yhdyskuntarakenteeseen vaikuttavat taloudelliset ohjauskeinot	Luonnonvarojen säästäminen, liikenteen päästöjen ja meluvaikutusten pienentäminen	

## 4.9 Muut ilmastotavoitteiden saavuttamisen keskeiset vaikutukset elinoloihin

*Mikael Hildén, Hanna Mela ja Ari Nissinen, Syke  
Timo Lanki, THL*

Tähänastinen ilmastopolitiikka on muuttanut kansalaisten arkea vain vähän. Esimerkiksi siirtyminen energiansäästölamppuihin, autoveron hiilidioksidipäästöosuus, energiaverotuksen kehittyminen ja kotitalouksien energiansäästötoimenpiteet sekä jätehuollon kehittyminen ovat kaikki olleet pieniä muutoksia arjen käytännöissä. Yksilötasolla jotkut ovat tehneet merkittävämpiä muutoksia henkilökohtaisen elämänsä järjestämisessä, mutta väestötasolla muutokset ovat olleet verrattain pieniä. Merkkiä muutoksesta on se, että luonnonvarojen kokonaiskäyttö henkeä kohden on tasaantunut vuoden 2006 jälkeen<sup>76</sup>.

Vuoden 2030 päästövähennystavoitteet ovat niin vaativat, että ilmastonmuutoksen hillintätoimilla voi olla myös merkittäviä ihmisten elinoloihin kohdistuvia vaikutuksia, mukaan lukien tuloeroja korostavia vaikutuksia, jos energian hinta nousee merkittävästi. Liikennekaari<sup>77</sup> voi potentiaalisesti muuttaa merkittävästi tapoja järjestää ja käyttää liikennepalveluita. Erityisesti jakamistalouteen sisältyy suuri sosiokulttuurinen muutos, jonka ymmärtäminen on tärkeää, jotta esimerkiksi autojen yhteiskäyttöä voitaisiin edistää. Yhteiskunnassa, jossa yksilön kokema yhteisöllisyyden aste ja luottamus toisiin on korkea, edellytykset yhteiskäytölle ovat hyvät. Samaan suuntaan vaikuttaa arvojen muutos, jossa auton omistamista ei enää pidetä yhtä tavoiteltavana. Luottamuksen puute ja henkilökohtaisen valinnanvapauden korostaminen voivat sen sijaan ylläpitää ja jopa vahvistaa yksityisautojen asemaa. Eri väestöryhmät voivat olla hyvin erilaisessa asemassa sen suhteen, kuinka helposti he voivat osallistua jakamistalouteen tai kuinka tehokkaasti he voivat hyödyntää esimerkiksi liikennepalvelujen digitalisaatiota.

Onnistuessaan liikennekaaren tukemat jakamistalouden piirteet voivat vähentää liikenteen kielteisiä ympäristövaikutuksia kasvihuonekaasupäästöjen vähenemisen lisäksi, mutta vaikutusten toteutumiseen vaikuttavat uusien liikennepalveluiden ja ratkaisujen omaksumisen nopeus. Muutosten nopeus ja laajuus riippuvat muun muassa siitä, miten hyvin lainsäädännön, teknologisen muutoksen ja sosiokulttuuristen tekijöiden muutokset tukevat toisiaan. Liikennekaaren osalta on siten kyse myös siitä, miten hyvin esimerkiksi maankäytön ja rakennusten suunnittelu ja näitä koskeva sääntely ohjaa ratkaisuihin, jotka edistävät liikennekaaren tavoitteiden toteutumista.

Toinen elinoloihin suoraan vaikuttava ohjauskeinojen alue on rakentamiseen ja maankäyttöön liittyvä sääntely. Pientalojen energiamääräyksiin liittyen pientalojen energiakorjaukset saattavat jopa parantaa sisäilman laatua, jos samalla huolehditaan hyvästä ilmanvaihdesta. Myös ulkoa sisään kantautuvan melun määrä voi vähentyä. Uusien matalaenergiatalojen herkkyydestä kosteusvaurioille ja sitä kautta sisäilmaongelmille pitkän ajan kuluessa on toisaalta vain vähän tietoa.

Tuulivoimatuotannon lisääminen vähentää terveydelle haitallisia hiukkaspäästöjä niiltä osin kuin tuotannolla korvataan polttoaineiden käyttöä energiantuotannossa. Melupäästöjen haittavaikutusten ehkäiseminen vaatii kuitenkin huolellista suunnittelua. Uudet tuulivoimalat tulevat myös muuttamaan paikoitellen voimakkaasti maisemaa.

<sup>76</sup> [www.findikaattori.fi/fi/88](http://www.findikaattori.fi/fi/88)

<sup>77</sup> Hallituksen esitys liikennekaareksi ja eräiksi siihen liittyviksi laeiksi (2016). HE 161/2016 vp.

Tavoiteltujen energian ja luonnonvarojen säästötavoitteiden saavuttaminen edellyttää muutoksia käyttäytymisessä. Strategiassa on tavoitteena kehittää edelleen esim. asumisessa ja ravitsemuksessa käytössä olevia ohjauskeinoja. Punaisen lihan osuuden vähentyminen ruokavaliossa edistäisi ilmastotavoitteita, mutta sen arvioidaan myös johtavan terveyshyötyihin, kuten syöpien ja sydän- ja verisuonitautien vähenemiseen. Muutoksia käyttäytymisessä edellyttää myös vedenkulutuksen väheneminen, sillä esimerkiksi asuntokohtaisten vedenkuluksmittareiden edellyttäminen uusissa rakennuksissa ja putkistosaneerausten yhteydessä ei automaattisesti johda asukkaiden vedenkulutuksen vähenemiseen. Teknologisen muutoksen edistäminen lainsäädännön kautta edellyttää tuekseen sosiokulttuurisia muutoksia, jotka tukevat ohjauskeinon vaikuttavuutta. Esimerkiksi omaksutut käytännöt taloyhtiöissä voivat muuttua hitaasti estäen kulutusperusteisen laskutuksen. Yksittäisten asukkaiden osuus ohjauskeinon toimeenpanossa on usein ratkaiseva, jolloin asukkaiden tottumukset, arvot ja tiedon taso ovat merkittävässä asemassa.

Energia- ja ilmastotavoitteiden saavuttaminen kulutuskäyttäytymisen tuella edellyttää asukailta aktiivista energiakansalaisuutta, kun taas asukkaat itse ovat pikemminkin tottuneet pitämään itseään energian kuluttajina, eikä aktiivisempi energiakansalaisen rooli ole ollut mahdollinen tai siihen ei ole kannustettu. Energiakansalaisuuden edistäminen edellyttää, että ilmastonmuutoksen hillintätoimenpiteiden toimeenpanossa kiinnitetään huomiota myös elinolojen muutoksiin ja muutoksia edistävään ohjaukseen ja sen voimavaroihin.

Yleisesti voidaan todeta, että vuoden 2030 ja sen jälkeiset päästövähennystavoitteet edellyttävät monilta osin kansalaisilta uudenlaista käyttäytymistä, joka tukeutuu muuttuviin elinoloihin. Uusien käytösmallien nopea omaksuminen edellyttää kuitenkin sosiokulttuurisia muutoksia, ja näitä muutoksia tulisi edistää ohjauksen kehittämisen rinnalla, jotta ohjauskeino olisi vaikuttava. Ohjauksen onnistumisen seurannassa tulisi myös seurata ja arvioida elinolojen muuttumisen merkitystä.

## 5. YLEISKUVA KESKIPITKÄN AIKAVÄLIN ILMASTOSUUNNITELMAN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSISTA

Kuten energia- ja ilmastostrategialla on KAISU:n linjauksilla ja toimilla toteutuessaan sekä hyödyllisiä että eräitä kielteisiä SOVA-lain tarkoittamia vaikutuksia ympäristöön ja yhteiskuntaan (ks. luku 4). Kasvihuonekaasupäästöjen lisäksi linjausten vaikutukset kohdistuvat muun muassa ilmansaasteisiin, terveysvaikutuksiin, luonnonvarojen käyttöön, luonnon monimuotoisuuteen, metsien hiilinieluihin ja vesistöihin sekä ihmisten elinoloihin. Taakanjakosektorin kasvihuonekaasupäästöjen lisäksi osa kasvihuonekaasujen vaikutuksista ilmenee Suomessa myös päästökaupparektorilla, maankäyttösektorilla (LULUCF) tai kokonaan Suomen rajojen ulkopuolella.

Taakanjakosektorilla tavoiteltu kasvihuonekaasupäästöjen vähennys vuoteen 2030 mennessä arvioidaan saavutettavan erityisesti korvaamalla fossiilisten polttoaineiden käyttöä liikenteessä, rakennusten erillislämmityksessä ja työkoneissa uusiutuvalla energialla ja sähköllä sekä vähentämällä ja tehostamalla energiankäyttöä erityisesti liikenteessä (taulukko 9). Lisäksi maatalouden eloperäisten maiden ja lannan levityksestä aiheutuvia päästöjä pyritään vähentämään ja metaanipäästöjen syntyä kaatopaikoilla pyritään ehkäisemään orgaanisen jätteen kaatopaikkakiellon ja kaatopaikkakaasun talteenoton tehostamisella. F-kaasujen päästöjä pyritään vähentämään vaihtoehtoisten teknologioiden käyttöönoton ja vuotojen vähentämisen avulla. Laskentatekninen muutos siirtää jätteenpolton päästöjä taakanjakosektorilta päästökaupparektorille. Lausunnonle lähetyksessä KAISU:n raporttiluonnoksessa<sup>3</sup> on arvioitu, että yhteensä toimet vähentäisivät taakanjakosektorin päästöjä 5,6 Mt CO<sub>2</sub>-ekv. VTT arvioi KAISU:n vaikutusten arvioinnin yhteydessä TIMES-mallilla laadituissa laskelmissa, että päästöjen vähentämisen teknistaloudellinen kokonaispotentiaali vuonna 2030 olisi 5,1–6,8 Mt CO<sub>2</sub> ekv.<sup>7</sup>

KAISU:ssa esitetyt toimet ovat keskenään hyvin erityyppisiä. Osa toimista on edelleen tavoitteellisia, joille ei ole erikseen määritetty konkreettisia toimenpiteitä. Toimilla voi olla hyvin erilaisia ja -asteisia ympäristövaikutuksia, jotka riippuvat paitsi valituista ohjauskeinoista ja niiden toteuttamisesta, myös toisistaan ja muusta yhteiskunnallisesta kehityksestä. Tämän seurauksena toimien ympäristövaikutuksista on mahdollista antaa vain suuntaa-antavia arvioita, kuten energia- ja ilmastostrategiainkin kohdalla. Seuraavassa tarkastellaan toimien merkittävimpiä potentiaalisia vaikutuksia Suomessa ja osittain myös Suomen rajojen ulkopuolella tiivistetysti samaan tyyliin kuin energia- ja ilmastostrategian linjausten kohdalla luvussa 4.

**Taulukko 9. VTT:n TIMES-mallilla laatimat arviot päästöjä vähentävien lisätoimien vaikutuksesta päästöihin sekä KAISU:ssa raportoidut päästövähennyspotentiaalit vuonna 2030 (Mt CO<sub>2</sub>-ekv.)<sup>6</sup>.**

Lisätoimi	Vaikutus 2030	
	TIMES	KAISU
Liikennejärjestelmän energiatehokkuus: Henkilöliikenne	0,6 Mt	0,7 Mt
Liikennejärjestelmän energiatehokkuus: Tavaraliikenne	0,1 Mt	0,3 Mt
Moottoripolttoaineiden sekoitevelvoitteiden nosto 30%:iin	1,6 Mt	1,5 Mt
Ajoneuvojen energiatehokkuuden parantaminen	0,3 Mt	0,6 Mt <sup>1</sup>
Työkoneiden sekoitevelvoitteen käyttöönotto ja sähköistyminen	0,2 Mt	0,5 Mt
Asuin- ja palvelurakennukset: öljyn sekoitevelvoite ja sähköistyminen	0,2 Mt	0,2 Mt
Tuotantorakennukset: öljyn sekoitevelvoite ja sähköistyminen	0,1 Mt	– <sup>2</sup>
Taakanjakosektorin teollisuuden energiatehokkuus ja sähköistyminen	0,3 Mt	0,1 Mt
Maatalouden eloperäisten maiden päästöjen rajoittaminen	0,3 Mt	0,5 Mt <sup>3</sup>
F-kaasujen talteenoton tehostaminen ja kylmäaineita koskevat kriteerit	0,2 Mt	0,3 Mt
Jätteenpolton siirto päästäkauppasektorille	0,6 Mt	0,6 Mt
Kaatopaikkakiellon ja kaatopaikkakaasun keräämisen tehostaminen	0,1 Mt	... <sup>4</sup>
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>4,6 Mt</b>	<b>5,6 Mt</b>

<sup>1</sup> Sisältää sähkö- ja vetyautojen lisäyksen vaikutuksen

<sup>2</sup> Ei käsitelty KAISU-suunnitelmassa eikä strategian selonteossa

<sup>3</sup> Maatalouden KHK-päästövähennykset yhteensä

<sup>4</sup> Ei arvioitu kvantitatiivisesti KAISUu-suunnitelmassa

## 5.1 Vaikutukset päästäkauppasektorilla ja Suomen rajojen ulkopuolella

*Sampo Soimakallio ja Mikael Hildén, SYKE*

Toteutuessaan KAISU:n toimet vaikuttavat osittain EU:n päästäkauppasektorilla. Jätteenpolton päästöjen siirtäminen päästäkaupan piiriin, samoin kuin esimerkiksi verkkosähkön kulu- tusta lisäävät sähköautot ja muut sähkönkulutusta lisäävät toimet nostavat fossiililla poltto- aineilla tuotetun sähkön edellyttämien päästöoikeuksien kysyntää. Päästäkaupan piirissä olevien tuotantolaitosten päästöjä alentavat toimet puolestaan vähentävät päästöoikeuksien kysyntää. Tällainen toimenpide on esimerkiksi sähkön käytön tehostaminen. Päästäkaup- pasektorilla päästöjen kokonaismäärä määräytyy käytettävissä olevien päästöoikeuksien perusteella. Toimet, jotka kohdistuvat päästäkaupan ohjauksessa oleviin päästöihin eivät suoranaisesti muuta päästäkaupan kokonaispäästöjä vaan päästöoikeuksien kysyntää. Ne heijastuvat myös muihin ympäristövaikutuksiin, jotka liittyvät päästäkaupan piirissä olevan teollisuuden toimintaan. Epäsuorasti tällaiset toimet voivat lisäksi vaikuttaa päästöjen kehit- tymiseen sekä muihin ympäristövaikutuksiin päästäkaupan ulkopuolisilla sektoreilla ja EU:n ulkopuolella.

Mikäli fossiilisten polttoaineiden käytön vähentyminen Suomessa edistää käytön vähentymis- tä globaalisti, vähentyvät myös fossiilisten polttoaineiden tuotannon, kuljetusten ja jalostuk- sen päästöt ja muut ympäristövaikutukset. Näiden kasvihuonekaasupäästöjen on tyypillisesti arvioitu olevan suuruusluokaltaan 5–20 % fossiilisen polttoaineen polton päästöistä<sup>16,17,18</sup>. Muut ympäristövaikutukset vaihtelevat tuotantotapojen ja -alueiden mukaan, mutta ovat ylei-

sesti merkittävät (esim. hiilestä on tehty kokonaiskustannusten tarkastelu<sup>78</sup>, jossa on otettu huomioon ympäristövaikutusten kirjo).

## 5.2 Biopolttoaineiden tuotannon lisäämisen vaikutukset

*Sampo Soimakallio, Mikael Hildén, Anna Repo ja Ahti Lepistö, Syke*

KAISU:ssa biopolttoaineiden käyttöä lisätään sekoitusvelvoitteiden avulla liikenteessä, rakennuksissa ja työkoneissa. Liikenteen sekoitusvelvoite on määritetty hallituksen energia- ja ilmastostrategiassa<sup>2</sup>, jonka mukaan noin puolet sekoitusvelvoitteen edellyttämästä biopolttoaineiden lisäyksestä arvioidaan perustuvan puuperäisen raaka-aineen käyttöön ja loput biäjätteisiin ja muihin bioperäisiin raaka-aineisiin, joista osa saatetaan tuoda ulkomailta.

Biopolttoaineiden tuotanto aiheuttaa kasvihuonekaasupäästöjä ja saattaa heikentää metsien hiilinielua, mikäli tuotantoa varten korjataan puuraaka-ainetta metsistä<sup>22</sup>. Näiden vaikutusten suuruus riippuu hyvin voimakkaasti biopolttoaineiden raaka-ainepohjasta sekä siitä, kuinka paljon biopolttoaineiden tuotantoketjussa kokonaisuudessaan tarvitaan resursseja, kuten energiaa, materiaaleja ja tuottavaa maa-alaa. Suomeen tuotavien biopolttoaineiden tai niiden raaka-aineiden tuotannon kasvihuonekaasupäästöt syntyvät suurimmaksi osaksi Suomen rajojen ulkopuolella.

Siltä osin kun raaka-aineina voidaan käyttää jätteitä ja muuten hyödyntämättä jääviä teollisuuden tähteitä, ovat biopolttoaineiden tuotannosta aiheutuvat päästöt ja nieluvaikutukset yleensä vähäisiä fossiilisten polttoaineiden elinkaariin päästöihin verrattuna<sup>Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.</sup>. Energia- ja ilmastostrategian lähtökohtana on se, että biopolttoaineiden tuotanto perustuisi ensisijaisesti jätteisiin ja tähteisiin. Jätteiden ja teollisten tähteiden saatavuus on kuitenkin rajallista, ja on mahdollista, että osa biopolttoaineiden raaka-aineesta saadaan metsätähteistä ja runkopuusta. Metsä- ja teollisuustähteiden saatavuus on voimakkaasti sidoksissa kokonaishakkuisiin<sup>29</sup> ja tähteillä on kysyntää biopolttoaineiden lisäksi myös sähkön ja lämmön tuotannossa ja teollisuudessa.

Koska jakeluvaihtoehtojen täyttämiseksi tarvittavien biopolttoaineiden raaka-ainepohja ja valittavat teknologiat eivät ole tiedossa, on mahdotonta antaa täsmällisiä määrällisiä arvioita tuotannon vaikutuksista raaka-aineen tarpeeseen, kasvihuonekaasupäästöihin tai metsien hiilinieluihin. KAISU:n toimien arviointia joudutaan tämän vuoksi haarukoimaan hallituksen energia- ja ilmastostrategian ja siitä tehtyjen arviointien pohjalta.

Energia- ja ilmastostrategiassa<sup>2</sup> on arvioitu, että biopolttoainetuotannon lisäys kasvattaisi puupohjaisen raaka-aineen kysyntää 3–4 Mm<sup>3</sup>a<sup>-1</sup>, joka koostuisi esimerkiksi puunjalostuksen sivuvirroista tai suoraan metsästä korjattavasta raaka-aineesta. Metsähakkeen kokonaiskäyttö on strategiassa arvioitu nousevan vuoteen 2030 mennessä sähkön, lämmön ja erilaisten nestemäisten biopolttoaineiden tuotannossa yhteensä enimmillään tasolle 14–18 Mm<sup>3</sup>a<sup>-1</sup>, ollen sähkön ja lämmön tuotannossa 14 Mm<sup>3</sup>a<sup>-1</sup>. Tämä tarkoittaa, että metsähakkeen käytön lisäys biopolttoainetuotantoon olisi 0–4 Mm<sup>3</sup>a<sup>-1</sup>. Strategian vaikutusten arvioinnissa esitetyissä VTT:n TIMES-mallilaskelmissa<sup>6</sup> metsähakkeen käytön lisäys biopolttoaineiksi oli noin 1,5 Mm<sup>3</sup>a<sup>-1</sup> vuonna 2030. Mikäli biopolttoaineiden tuotanto lisää metsähakkeen käyttöä ja erityisesti kuitupuukokoisen runkopuun hakuja, voi siitä aiheutuva nieluvaikutus olla merkittävä. Strategian vaikutusten arvioinnissa esitetyissä Luken MELA-mallilaskelmissa<sup>6</sup> metsähakkeen vuotuisen korjuun lisäys 13,5 Mm<sup>3</sup>:stä 17 Mm<sup>3</sup>:iin pienentää hiilinielua vuoden 2030 tasolla noin 3,5 Mt CO<sub>2</sub>. Vertailun vuoksi KAISU:ssa biopolttoaineiden sekoitusvelvoitteiden avulla

<sup>78</sup> Epstein, P. R., Buonocore, J. J., Eckerle, K., Hendryx, M., Stout Iii, B. M., Heinberg, R., ... & Doshi, S. K. (2011). Full cost accounting for the life cycle of coal. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1219(1), 73-98..



saavutettavaksi päästövähennykseksi taakanjakosektorilla vuonna 2030 arvioidaan 2,2 Mt CO<sub>2</sub>-ekv.<sup>79</sup>.

Biopolttoaineiden tuotannon lisäys voi heikentää luonnon monimuotoisuutta (ks. luku 4.5) ja aiheuttaa haitallisia vesistövaikutuksia (ks. luku 4.6), mikäli tuotanto kohdistuu näiden vaikutusten kannalta keskeisiin raaka-aineisiin ja suojelutoimenpiteissä ei onnistuta. Yleisesti runkokuun hakkuita on mahdollista nostaa ja samalla turvata metsäluonnon monimuotoisuus. Edellytyksenä tälle on se, että nykyisiä monimuotoisuuden edistämiskeinoja tehostetaan. Energiapuun korjuun lisäämisessä ongelmallista vesistöjen kannalta on etenkin kantojen nosto metsämaasta, koska se lisää orgaanisen aineksen eroosiota ja vesistökuormitusta.

### **5.3 Maatalouden toimien vaikutukset**

*Sampo Soimakallio ja Mikael Hildén, SYKE*

Maataloudessa eloperäisten maiden nurmipeitteisyyden lisääminen vähentää turpeen hajotuksesta aiheutuvia CO<sub>2</sub>-päästöjä maankäyttösektorilla sekä kiintoaineen ja myös typen huuhtoutumista vesistöihin<sup>79</sup>. Lisäksi peltojen metsittämisellä voidaan lisätä hiilinielua, mutta metsittäminen vähentää samalla avoimien alueiden lajistojen elinympäristöjä ja muuttaa maisemaa. Biokaasun tuotannon lisääminen biojätteistä vähentää mätänemisestä syntyvien päästöjen vapautumista ilmakehään ja edistää ravinteiden kierrätystä, joka puolestaan vähentää päästöjä pienentämällä tarvetta valmistaa uusia lannoitteita<sup>25,79</sup>. Maataloudessa biokaasun tuotanto voi välillisesti vähentää tarvetta raivata peltoja ja pellonraivauksesta aiheutuvia päästöjä ilmaan ja vesistöihin<sup>79</sup>.

### **5.4 Vaikutukset materiaalitehokkuuteen ja mineraalivarojen köyhtymiseen**

*Tuomas Mattila ja Sampo Soimakallio, SYKE*

Materiaalien käytön tehokkuuden ja mineraalivarojen köyhtymisen näkökulmasta KAISU:n vaikutukset ovat vähäisiä, eivätkä ne kohdistu keskeisille toimialoille tai tuotevirtoihin (ks. luku 4.4). Materiaalitehokkuuden yleinen parantaminen vaatisi erillisiä luonnonvarojen käyttöön ja käytön tehokkuuteen vaikuttavia toimenpiteitä. Bioenergian tuotannon lisäys perustuu osaltaan massa- ja paperiteollisuuden tuotannon kasvuun, mikä voi näkyä peruskemikaalien käyttömäärissä, mutta näiden vaikutusten merkittävyys koko maan tasolla ei ole suuri. Suuri osa toimenpiteistä kannustaa teknologian nopeaan uusimiseen ja esimerkiksi autokannan nopeampaan kiertoon. Tämä lisää koneiden ja elektroniikan tuotantoa, mikä nopeuttaa mineraalivarojen köyhtymistä. Kierrätyksen lisääminen toimenpiteissä kohdentuu lähinnä rakentamiseen, eikä sitä ole erikseen kohdennettu erityisen arvokkaisiin luonnonvaroihin.

### **5.5 Vaikutukset ilmanlaatuun, terveyteen ja elinoloihin**

*Niko Karvosenoja, Mikko Savolahti, Mikael Hildén, Ari Nissinen, Mika Ristimäki ja Antti Rehunen, SYKE*

*Timo Lanki, Raimo Salonen ja Pekka Tiittanen THL*

Ilmansaastepäästöjen arvioidaan vähentyvän Suomessa nykytasosta vuoteen 2030 mennessä, mikä johtuu voimaan tulevasta tai jo voimassa olevasta EU-lainsäädännöstä, joka rajoit-

<sup>79</sup> Regina, K., Lehtonen, H., Palosuo, T., Ahvenjärvi, S. 2013. Maatalouden kasviuonekaasupäästöt ja niiden vähentäminen. MTT Raportti 127. 43 s.

taa erityisesti liikenteen pakokaasupäästöjä ja polttolaitosten päästöjä (ks. luku 4.7). KAISU:n toimet vaikuttavat tähän kehitykseen vain vähän.

Nykytilanteessa suurimmat kuolleisuusvaikutukset aiheutuvat Suomessa pitkäaikaisesta altistumisesta puun pienpolton ja liikenteen sekä alueellisen ja kaukokulkeuman pienhiukkasille. Liikennesuoritteiden vähentyminen liikenteen tehostumisen ja kulkutapamuutosten sekä lisääntyvä sähkö- ja kaasuautojen käyttö polttomootoriautojen sijaan kuitenkin parantavat hieman ilmanlaatua kaupunkialueilla, joissa päästöille altistuu suuri määrä ihmisiä. Vaikutus kaupunkien ilmanlaatuun riippuu viime kädessä ajoneuvosuoritteiden kehittymisestä ja niiden alueellisesta jakautumisesta. Absoluuttisesti tarkastellen katupölylle altistuminen ja altistumisesta aiheutuvat terveyshaitat saattavat kuitenkin hieman kasvaa nykyisestä väestönkasvun ja maansisäisen muuttoliikkeen vuoksi. (ks. luku 4.7)

Ilmanlaadun kannalta puun pienpoltto takoissa ja kiukaissa on olennainen kysymys. Puun pienpoltto on terveyshaittoja aiheuttavien pienhiukkasten ja ilmastoa lämmittävien mustan hiilen ja metaanin päästölähde. Koska puun pienpoltto on tärkein pienhiukkasten päästölähde, eikä sitä rajoiteta erillisillä toimilla, säilyvät pienhiukkasten kotimaiset kokonaispäästöt ja niihin liittyvät terveysriskit merkittävänä vuoteen 2030 asti ja todennäköisesti sen jälkeenkin, mikäli pienpolton teknologiassa ei tapahdu merkittävää edistymistä. Päästöihin voidaan vaikuttaa muun muassa teknisillä standardeilla ja innovaatioilla sekä lisävalistuksella ja kuntien harjoittamalla ohjeistuksella. (ks. luku 4.7)

KEIJU-hankkeessa<sup>4</sup> arvioitiin myös, millaisia vaikutuksia uusille saunankiukaille asetettavalla standardilla tai puunpolttopoihin vaikuttamaan pyrkivillä infokampanjoilla voisi olla pienhiukkaspäästöihin ja edelleen terveyshaittoihin. Kuvitteellisen standardin mukaisten kiukaiden päästökertoimen oletettiin olevan puolet nykyistä pienemmän, ja standardin tulevan voimaan vuonna 2022. Vuonna 2030 standardin mukaisia kiukaita oletettiin olevan 67 % kaikista kiukaista. Maanlaajuisen infokampanjan paremmista polttotavoista oletettiin laskevan huonon polton osuutta (nyt arvioitu olevan 10,5 %) puolella kaikissa tulisijoissa. Rajoitettu infokampanja puolestaan suunnattaisiin vain suurimpiin kaupunkeihin (kunnat, joissa yli 20 000 asukkaan taajama).

Puun pienpoltosta peräisin olevien pienhiukkasten arvioitiin aiheuttavan 208 ennen aikaista kuolemaa Suomessa vuonna 2030 (laskelmissa käytetty väestöennustetta) WAM-skenaariossa (ks. luku 4.7). Päästöjä vähentävissä skenaarioissa kuolemia olisi hieman vähemmän: kiuasstandardiskenaariossa 173 ja infokampanjaskenaariossa 191 (200 rajoitetun infokampanjan skenaariossa). Vastaavassa suhteessa vähenevät myös muut puun pienpolton pienhiukkaspäästöihin liittyvät terveyshaitat.

Rakentamiseen ja maankäyttöön liittyvä sääntely vaikuttaa suoraan elinoloihin (ks. luvut 4.8 ja 4.9). KAISU:ssa pyritään toimenpiteisiin, jotka luovat nykyistä paremmat edellytykset kehittää julkista ja kevyttä liikennettä ja vähentää erityisesti yksityisautojen liikennesuoritteita sekä parantaa rakennusten energiatehokkuutta. Sähköautot vähentävät meluhaittaa ja polttoperäisiä ilmansaasteita ja parantavat sitä kautta viihtyvyyttä ja terveyttä. Lisäksi liikennesuoritteiden vähentyminen pienentää katupölypäästöjä, ja kävellen ja polkupyörällä tehdyt matkat lisäävät väestön fyysistä aktiivisuutta, mikä johtaa monipuolisiin terveyshyötyihin. Samalla tulee kiinnittää huomiota siihen, että linjausten toimeenpano saattaa paikallisesti lisätä viheralueisiin kohdistuvia paineita tai altistumista melulle ja ilmansaasteille tiiviin yhdyskuntarakenteen alueilla. Viheralueiden vähentyminen voi heikentää hyvinvointia ja kaupunkien kykyä sietää ilmastonmuutosta, jolloin esimerkiksi helleaaltojen ja tulvien aiheuttamat haitat voivat lisääntyä. Suunnittelu, käytännön toteutus sekä yleinen tekninen kehitys määrittävät suurelta osin erityyppisten vaikutusten merkittävyyden. Esimerkiksi energiaremontteja toteutettaessa

on mahdollista ratkaista osa nykyisistä sisäilmaongelmista, mutta samalla tulee varmistaa, että korjaukset eivät aiheuta uusia sisäilmariskejä.

Vuoden 2030 päästövähennystavoitteet ovat niin vaativat, että yhdessä energia- ja ilmastostrategian linjausten toimeenpanon kanssa KAISU:n toimilla voi olla myös merkittäviä ihmisten elinoloihin kohdistuvia vaikutuksia (ks. luku 4.9). Erityisesti jakamistalouteen sisältyy suuri sosiokulttuurinen muutos. Eri väestöryhmät voivat olla hyvin erilaisessa asemassa sen suhteen, kuinka helposti he voivat osallistua jakamistalouteen tai kuinka tehokkaasti he voivat hyödyntää esimerkiksi liikennepalvelujen digitalisaatiota. Lisäksi tuloerojen merkitys voi kasvaa, jos energian hinta linjausten ja toimien seurauksena nousee merkittävästi ja energiaa säästävät investoinnit ovat kalliita.

## 5.6 Kuluttajavalinnat KAISU:n tavoitteiden saavuttamisessa

*Sampo Soimakallio, Jyri Seppälä ja Ari Nissinen, SYKE*

Kansalaisten rooli päästövähennysten saavuttamisessa korostuu tulevaisuudessa. Ihmisten elämässä muutokset kohdistuvat monenlaisiin valintoihin, jotka liittyvät asumiseen, liikkumistapoihin ja ravintotottumuksiin. Vaikka teknologian kehittyminen ja uusien ohjauskeinojen käyttöönotto voivat mahdollistaa muutoksen ilman kansalaisten aktiivista roolia, useat KAISU:n linjaukset edellyttävät kansalaisilta muutoksia erityisesti heidän käyttäytymisessään liikenteen ja liikkumistapojen suhteen. Viime kädessä kansalaisten käyttäytyminen ratkaisee tavoitteiden toteutumisen. Esimerkiksi asumisen sijaintiin liittyvät valinnat vaikuttavat liikkumistarpeeseen. Vastaavasti liikkumistapavalinnat yksityisautoilun, joukkoliikenteen, pyöräilyn tai kävelyn välillä vaikuttavat liikennesuoritteiden kehittymiseen. Lisäksi sähkö- ja kaasuautojen ostohalukkuus vaikuttaa ratkaisevasti niiden yleistymiseen.

Kuluttajat voivat valinnoillaan vaikuttaa päästöjen kehitykseen myös KAISU:ssa tavoiteltua enemmän. Mikäli kuluttajat päättävät esimerkiksi korvata öljylämmitystä lämpöpumpuilla, sähköllä tai kaukolämmöllä, investoida kiinteistökohtaiseen aurinkosähkön tuotantoon, tehdä energiatehokkuutta parantavia korjauksia, panostaa lämmön ja sähkön kulutuksen säästöön tai valita vähemmän päästöintensiivisiä rakennusmateriaaleja KAISU:ssa oletettua enemmän, voivat taakanjakosektorin päästöt vähentyä oletettua nopeammin. Ruokahävikkiä vähentämällä ja siirtymällä kasvispainotteisempaan ruokavalioon kuluttajat voivat myös välillisesti vaikuttaa maataloustuotteiden kysyntään ja siten päästöihin. Ruokavaliomuutos kasvispainotteisempaan suuntaan johtaisi myös terveyshyötyihin (ks. luku 5.7). Päästöhyötyjen realisointuminen taakanjakosektorilla edellyttäisi kuitenkin kuluttajien ruokatottumusten laajamittaisen muutoksen lisäksi uutta maatalouspoliittista linjausta, jotta kysynnän muutos näkyisi peltojemme käytön päästöjen vähentymisenä. Yleisesti kuluttajien halukkuus ostaa erilaisia tavaroita ja palveluja sekä kierrättää materiaaleja vaikuttaa ratkaisevasti kulutukseen ja parantaa sitä kautta edellytyksiä vähentää päästöjä. Kotimaisen kysynnän muutokset voivat kuitenkin muuttaa viennin ja tuonnin suhteita, eivätkä vaikutukset siten välttämättä näy suoraan kotimaisella taakanjakosektorilla. Arvioita kulutukseen kohdennettavista määrällisistä päästövähennyksistä sekä niihin liittyviä oletuksia ja tekijöitä on tarkasteltu lyhyesti KAISU:n vaikutusten arvioinnin yhteenvetoraportissa<sup>7</sup> ja yksityiskohtaisemmin erikseen julkaistavassa raportissa, jonka perusteella kulutusvalintoihin liittyvien päästöjen vähennyspotentialiaali, erityisesti päästökauppasektorilla, voi olla useita miljoonia tonneja CO<sub>2</sub>-ekvivalenttia vuodessa<sup>80</sup>.

<sup>80</sup> Seppälä, J., Nissinen, A., Kupiainen, K., Karvosenoja, N., Tainio, P., Mattinen, M., Soimakallio, S., Koljonen, T., Lehtilä, A., Ekholm, T., Saarinen, M., Silvennoinen, K. 2017. Kulutusnäkökulma ilmastopolitiikassa - toimien vaikutusarvioita. Suomen ympäristökeskuksen raportteja, tulossa.

## 5.7 Ilmastoystävällisen ruokavalion terveyshyödyt

*Suvi Virtanen ja Heli Kuusipalo, THL*

KAISU:ssa on tavoitteena ohjata ruokapalveluita ja kansalaisia noudattamaan ravitsemussuosituksia. Ruoankulutuksen osuus kasvihuonekaasupäästöistä on huomattava (arviolta neljännes kotitalouksien ilmastovaikutuksista Suomessa johtuu ruoasta) ja siksi kestävä ruokavalio on osa ympäristökysymystä. Hyvä ruokavalio parantaa elämänlaatua, edistää terveyttä ja se vastaa myös ympäristön haasteisiin. On arvioitu, että kestävä ruokavalio luo perustaa myös uudella tavalla taloudelliselle kasvuille<sup>81</sup>.

Ruoan tuotantoon liittyvien ilmastovaikutusten ja kulutukseen liittyvien terveysvaikutusten välillä on löydettävissä synergioita. Tällöin suurin vähennys ilmastovaikutuksissa ja lisäys terveysvaikutuksissa saavutetaan kun minimoidaan ilmasto kuormittavat ruoka-aineet, yksipuolinen ruokavalio ja ruokahävikki ja korvataan ne vähän kuormittavilla ja ravintosisällöltään monipuolisella kasviksiin painottuvalla ruokavaliolla<sup>82</sup>. Ihmisten ruokavalion ympäristövaikutukset vaihtelevat valittujen elintarvikkeiden mukaan. Ruoankulutuksesta aiheutuva hiilidioksidikertymä on suurin paljon eläinkunnan tuotteita syöville henkilöillä ja pienenee kasvispainotteisuuden mukaan<sup>83</sup>. Eläinkunnan tuotteiden tuottamiseen tarvitaan paljon enemmän erilaisia resursseja kuten maaperää, vettä ja energiaa ja niiden tuotanto aiheuttaa 80 % ruoantuotannon kasvihuonekaasupäästöistä<sup>84</sup> ja 30 % kaikista kasvihuonekaasupäästöistä<sup>85</sup>. Kuluttajan kannalta ruoantuotannon kestävyys on vähän erilainen kuin ruoantuottajan näkökulmasta, jolle paikallisen ympäristön suojeleminen on arvion konkreettinen kohde.

Ravitsemussuositukset kehottavat lisäämään kasvien, marjojen ja hedelmien käyttöä, mikä yleisesti edistää myös kestävästä kehityksestä. Vähän ympäristöä kuormittavan ruokavalion kuu- luu ottaa huomioon molemmat lähtökohdat, eikä kestävyttä voi tarkastella ilman ravitsemuk- sellisen laadun tarkastelua<sup>86</sup>. Joitakin poikkeuksia on, kuten sokeri, jolla on terveyden kannal- ta haitallisia vaikutuksia, vaikka se kuormittaa ympäristöä vähemmän kuin moni muu kasvi- kunnan tuote. Ruokavalion ekologisuuden ja terveellisuuden kriittisiä tarkastelukohteita ovat seuraavat elintarvikeryhmät<sup>87,84,88</sup>: punainen liha, maitovalmisteet, palkokasvit ja muut kasvi- kunnan proteiinipitoiset elintarvikkeet.

Kestävä ja terveellinen ruokavalio tarkoittaa sesonginmukaista ja nykyistä runsaampaa kasvikunnan tuotteiden ja vähäisempää punaisen lihan käyttöä. Vihannesten, juuresten, perunan, marjojen ja hedelmien sekä viljavalmisteiden lisääminen ruokavalioon pienentää ilmas- tokuormitusta, naudanlihan lisääminen suurentaa sitä. Kalan ja kananlihan kulutuksella on pienemmät ilmastovaikutukset kuin punaisella lihalla<sup>89</sup>. Keskimäärin työikäiset suomalaiset miehet kuluttavat kasviksia ja hedelmiä 360 g päivässä, naiset 400 g<sup>90</sup>. Suositus on 500 g päivässä. Punaista lihaa suositellaan syötävän korkeintaan 500 g viikossa - työikäinen mies syö 860 g ja nainen 540 g<sup>90</sup>. Aiemman tutkimuksen perusteella kuluttajien ruokavalinnoilla

<sup>81</sup> Himanen P (Toim) (2013). Kestävän kasvun malli. Valtioneuvoston kanslian Julkaisusarja 22/2013. <http://vnk.fi/julkaisukansio/2013/j22-Kestavan-kasvun-malli/PDF/fi.pdf>

<sup>82</sup> Saarinen M, Kurppa S, Virtanen Y, Usva K, Mäkelä J, Nissinen A, 2011. LCA approach to the impact of homemade, ready-to-eat and school lunches on climate and eutrophication. *J Cleaner Production* 28, 177-186, 2011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.11.038>

<sup>83</sup> Macciardi JM, Kyle J, Horgan GW, Loe J, Fyfe C, Johnstone A, et al. Sustainable diets for the future: Can we contribute to reducing greenhouse gas emissions by eating a healthy diet? *Am J Clin Nutr.* 2012 Sep;96(3):632-9.

<sup>84</sup> Sabate J, Soret S. Sustainability of plant-based diets: Back to the future. *Am J Clin Nutr.* 2014 Jun 4;100(Supplement 1):476S-82S.

<sup>85</sup> Johnston JL, Fanzo JC, Cogill B. Understanding sustainable diets: A descriptive analysis of the determinants and processes that influence diets and their impact on health, food security, and environmental sustainability. *Adv Nutr.* 2014 Jul 14;5(4):418-29.

<sup>86</sup> Drewnowski A. Healthy diets for a healthy planet. *Am J Clin Nutr.* 2014 Apr 30;99(6):1284-5.

<sup>87</sup> Masset G, Vieux F, Verger EO, Soler LG, Touazi D, Darmon N. Reducing energy intake and energy density for a sustainable diet: A study based on self-selected diets in french adults. *Am J Clin Nutr.* 2014 Apr 2;99(6):1460-9.

<sup>88</sup> World Cancer Research Fund. Food, nutrition, physical activity, and the prevention of cancer: A global perspective. [http://www.dietandcancerreport.org/expert\\_report](http://www.dietandcancerreport.org/expert_report). London, UK: WCRF; 2007 August 2014.

<sup>89</sup> Valtion ravitsemusneuvottelukunta. Terveyttä ruoasta: Suomalaiset ravitsemussuositukset 2014. Helsinki: Valtion ravitsemusneuvottelukunta; 2014.

<sup>90</sup> Helldán A, Raulio S, Kosola M, Tapanainen H, Ovaskainen M, Virtanen S. The national FINDIET 2012 survey. Helsinki: National Institute for Health and Welfare; 2013. Report No.: 16.

saavutettavissa olevat päästövähennykset arvioidaan 25-50 prosentiksi<sup>91,92</sup>. Toivotut kulutusmuutokset edellyttävät kestäviä elintarvikevalintoja tukevaa politiikkaa.

Väestön kulutustottumukset, kuten liikkuminen ja ruoankäyttö eivät perustu pelkästään yksilöllisiin valintoihin, vaan niihin voidaan merkittävästi vaikuttaa liikenne-, kuluttaja-, ruoka-, liikunta, ympäristö- ja terveyspolitiikalla<sup>93,94,95,96</sup>. Väestöryhmien kulutuksen edellytykset eroavat toisistaan, minkä vuoksi ilmastomuutoksen hidastamiseen tähtäävä politiikka edellyttää erilaisia toimenpiteitä eri väestöryhmissä.

Hyvin toimeentulevat, varsinkin naiset, syövät terveellisemmin kuin pienituloiset tai vähän koulutetut kansalaiset, mutta kestävyuden suhteen sosioekonomiset erot eivät ole aivan samansuuntaisia. Pienituloisilla korostuu halvempien viljatuotteiden ja lihavalmisteen käyttö, kun taas kala ja kokoliha valikoituvat suurituloisten pöytiin. Työpaikkaruokailu edistää kestäviä ja terveellisiä ruokatottumuksia erityisesti miehillä, koska työpaikkaruokalassa syödään muita ruokailupaikkoja useammin kasviksia, perunaa ja kalaa. Koulutetut ja korkeammassa sosiaalisessa asemassa olevat käyttävät ruokapalveluita useammin kuin muut<sup>97,98</sup>.

Kunnat voivat tukea merkittävästi asukkaiden terveyden edistämistä, paikallistaloutta ja ilmastomuutoksen hillintää (mm. ruokahävikki ja tarjottujen aterioiden laatu) huomioimalla nämä seikat julkisissa ruokapalveluissa.

<sup>91</sup> van Dooren C, Marinussen M, Blonk H, Aiking H, Vellinga P. Exploring dietary guidelines based on ecological and nutritional values: a comparison of six dietary patterns. *Food Policy* 2014;44:36-46.

<sup>92</sup> Roininen T, Katajajuuri JM, 2014. Ruokavaliomuutoksilla saavutettavat ilmastohyödyt. In Seppälä, J. (toim.). Kohti hiilineutraalia yhteiskuntaa. Taustaraportti. (Ilmastomuutoksen hillintä ja sopeutuminen rakennetussa ympäristössä, raportti 6/2014.) Suomen Ilmastopaneeli, 2014.

<sup>93</sup> Kuntalaki 365/1995, <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1995/19950365>

<sup>94</sup> Terveydenhuoltolaki 1326/2010, <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2010/20101326>

<sup>95</sup> STM, 2008. Terveyden edistämisen mahdollisuuksien arviointi, vaikuttavuus ja kustannusvaikuttavuus. Raportti STM 2008:1, <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-00-2504-5>

<sup>96</sup> STM 2008. Valtioneuvoston periaatepäätös terveyttä edistävän liikunnan ja ravinnon kehittämislinjoista. Esitteitä STM 2008:10, <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-00-2642-4>

<sup>97</sup> Raulio S, 2011. Lunch eating patterns during working hours and their social and work-related determinants : Study of Finnish employees. THL 68/2011.

<http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe201205085178>

<sup>98</sup> Risku-Norja H, Kurppa S, Irz X, Pinolehto M, Vorne V, Ovaskainen M-L, Nummela O, Rauhanen T. Ihmisen ja ympäristön hyvinvointi: yhteinen päämäärä, yhteinen politiikka. MTT Kasvu 22/2014.

## 6. YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN SEURANTA

*Mikael Hildén ja Sampo Soimakallio, SYKE*

Energia- ja ilmastostrategiaan ja keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelmaan kuuluu lukuisia erilaisia linjauksia ja toimia, joilla voi toteutuessaan olla monenlaisia enemmän ja vähemmän merkittäviä, paikallisia tai globaaleja vaikutuksia. Lisäksi toimet myös vaikuttavat toisiinsa. Strategialla ja suunnitelmalla on todennäköisesti myös dynaamisia vaikutuksia, joiden seurauksena nousee esiin uusia ratkaisuja, joilla on edelleen vaikutuksia sekä kasvihuonekaasupäästöihin että muihin ympäristövaikutuksiin. Vaikutusten arviointiin liittyy monenlaista epävarmuutta, josta osa johtuu linjausten ja toimien toteutukseen liittyvästä epävarmuudesta, osa vaikutuksiin liittyvästä tiedon puutteesta ja osa vaikutusten tarkastelussa käytetyistä menetelmistä ja oletuksista. Tämän vuoksi toimien vaikutusten seurannalla on erityisen tärkeä tehtävä. Seurannan avulla sekä tavoitellut että sivuvaikutukset voidaan todentaa ja siten voidaan tarkentaa arvioita suunnitelman vaikutuksista ja vaikuttavuudesta.

EU:n ja kansainväliset raportointivelvoitteet (EU:n direktiivien ja asetusten mukaiset raportoinnit sekä ilmastopimuksen ja Montrealin pöytäkirjan mukaiset raportoinnit) takaavat tietyn perustiedon keruun eri toimista. Virallinen seuranta ei kuitenkaan edellytä muutoksia selittävien tekijöiden analysointia eikä kerrannaisvaikutusten arviointia. Tämän vuoksi olisi oleellista tarkastella toimikohtaisesti todennäköisesti merkittävimpiä vaikutuksia riittävän monipuolisesti ja varmistaa, että linjausten ja toimien toimeenpanon yhteydessä kerätään sellaista tietoa, joka mahdollistaa arvioiden laatimisen ja päivittämisen. Tämä edellyttää käytännössä systemaattista seuranta- ja arviointia, jossa selvitetään:

- 1) Toteutuvatko linjaukset ja toimet suunnitelman olettamassa muodossa ja laajuudessa. Kuinka paljon voimavaroja toteutukseen käytetään?
- 2) Muuttavatko linjaukset ja toimet kasvihuonekaasupäästöjä aiheuttavia käytäntöjä ja rakenteita jollakin tavalla (tapahtuuko käytännöissä tunnistettava muutos, laajenevatko/supistuvatko käytännöt joiltakin osin)?
- 3) Opitaanko linjausten ja toimien toimeenpanosta jotakin niin, että voidaan tehostaa sitä osaa toiminnasta, joka oletettavasti vähentää kasvihuonekaasupäästöjä?
- 4) Havaitaanko absoluuttisissa kasvihuonekaasupäästöissä, nieluissa, järjestelmien ominaispäästöissä tai epäsuorissa päästöissä muutoksia? Onko tavoiteltu päästökehitys kiihtyvä vai tasaantuva?
- 5) Havaitaanko muutoksia linjauksiin ja toimiin liittyvissä muissa mahdollisissa ympäristövaikutuksissa (luonnonvarojen käyttö, ympäristön pilaantuminen/suojelu, luonnon monimuotoisuus, terveys, elinolot)? Ovatko muutokset ennako-oletusten suuntaisia ja suuria?
- 6) Mitkä muut tekijät vaikuttavat linjausten ja toimien toteutukseen ja niiden edellytyksiin muuttaa käytäntöjä ja rakenteita?

Seurannan erityisenä tehtävänä on kannustaa oppimisprosessiin, joka auttaa tunnistamaan ja ottamaan huomioon eri tekijöiden positiiviset ja negatiiviset takaisinkytkennät sekä eri ympäristövaikutusten väliset kytkennät. Silloin seuranta myös tukee synergiahyötyjen vahvistamista haitallisia vaikutuksia vähennettäessä.

Seurannassa on myös otettava huomioon, että erilaiset ulkoiset olosuhteet muuttavat jatkuvasti haasteita ja mahdollisuuksia myös ilmastomuutoksen hillinnässä. Tekniset ja yhteis-

kunnalliset innovaatiot voivat muuttaa eri linjausten ja toimien merkitystä ja edellytyksiä säävuttua haluttuja muutoksia rakenteissa ja käytännöissä. Kehityssuunta voi muuttua nopeasti, jos esimerkiksi uudet teknologiset ratkaisut yleistyvät ennakoitua nopeammin tai jos yleinen poliittinen ja taloudellinen kehitys muuttuu merkittävästi. Tämän takia on olennaista seurata ennakoitujen (ja vielä ennakoimattomien) vaikutusten kehittymistä, jotta ymmärrettäisiin paremmin toteutuvaa kehitystä ja tunnistettaisiin ne kriittiset tekijät, joiden osalta linjausten ja toimien muuttaminen tai tarkentaminen voisi olla perusteltua. Tämä edellyttää edustavien seurantaparametrien valintaa eri sektoreilta sekä edellä esitettyä johdonmukaista tiedon keruuta niistä linjausten ja toimien toimeenpanon aikana. Seurantaparametreista kertyvien tulosten säännöllinen ja riittävän monipuolinen arviointi palvelee samalla ilmastolain mukaista seurantaa (§12) ja tukee ilmastovuosikertomuksen laatimista (§14).



## 7. JOHTOPÄÄTÖKSET

*Sampo Soimakallio ja Mikael Hildén, SYKE*

Energia- ja ilmastostrategian sekä keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelman (KAISU) linjaukset ja toimet vaikuttavat toteutuessaan erikseen ja yhdessä muiden politiikkatoimien kanssa ilmastonmuutokseen, luonnon monimuotoisuuteen ja vesistöihin, ilmansaasteisiin sekä ihmisten terveyteen ja elinoloihin. Aiheen laajuuden vuoksi tässä raportissa keskityttiin tunnistamaan merkittävimpiä potentiaalisia ympäristövaikutuksia, joita linjausten ja toimien täytäntöönpano voi aiheuttaa.

Koska energia- ja ilmastostrategia nojautuu voimakkaasti puunkäytön lisäykseen ja KAISU:n toimista biopolttoaineiden käytön lisäys on merkittävin päästövähennyskeino, kiinnitettiin puun ja biopolttoaineiden käytön lisäykseen erityistä huomiota ympäristövaikutusten arvioinnissa. Tavoitellun kotimaisen puunkäytön lisäyksen seurauksena pienentyvä metsien hiilinielu aiheuttaa sen, että päästöjen ja nielujen yhteenlaskettu vaikutus ilmakehän hiilidioksidipitoisuuden pysyy suurin piirtein nykytasolla toimien tarkastelujakson ajan (vuoteen 2030 saakka). On erittäin todennäköistä, että nieluihin kiinnitetään globaalisti kasvavaa huomiota Pariisin ilmastopimuksen tavoitteiden saavuttamiseksi, mikä korostaa nielujen tulevan kehityksen merkitystä myös Suomessa. Puunkorjuun lisäyksellä voi myös olla haitallisia vaikutuksia luonnon monimuotoisuuteen ja vesistöihin. Vaikutukset riippuvat siitä, miten mahdolliset lisähakkuut toteutetaan, minkälaisiin jakeisiin energiapuun korjuu kohdentuu ja minkälaisia toimenpiteitä haitallisten vaikutusten ehkäisemiseksi toteutetaan. Biopolttoaineiden tuotannon lisäyksen aiheuttamat vaikutukset riippuvat voimakkaasti siitä, mihin raaka-aineisiin tuotanto kohdistuu.

Ilmansaasteiden päästöjen arvioidaan vähentyvän merkittävästi vuoteen 2030 mennessä yhdessä muiden jo päätettyjen politiikkatoimien ansiosta. Puun pienpolton pienhiukkaspäästöt säilyvät kuitenkin merkittävänä, eivätkä ne vähene olennaisesti strategiassa tai KAISU:ssa esitetyillä toimilla.

Materiaalitehokkuuteen ja mineraalivarojen köyhtymiseen toimilla ei arvioitu olevan juurikaan vaikutusta. Materiaalitehokkuuden yleinen parantaminen vaatisi erillisiä luonnonvarojen käyttöön ja käytön tehokkuuteen vaikuttavia toimenpiteitä.

Linjaukset ja toimet luovat paineita kehittää elinoloja ja -tapoja, joiden seurauksena kasvihuonekaasupäästöt liikkumisessa ja asumissa sekä muussa kulutuksessa vähenevät. Linjausten ja toimien käytännön toteutuksen yksityiskohdat määräävät, mitä hyvinvointivaikutuksia niillä on eri väestönryhmissä.

Esitettyihin arvioihin linjausten ja toimien ympäristövaikutuksista liittyy monenlaisia epävarmuuksia ja herkkyksiä arvioinnissa käytettyjen oletusten suhteen. Erityisesti välillisiä vaikutuksia ja linjausten ja toimien välisiä riippuvuuksia on tunnistettu vain osittain. On olennaista, että keskeisiä vaikutuksia seurataan ja että KAISU:n toimeenpanosta ja vaikutuksista laaditaan kattava arvio ennen suunnitelman seuraavaa päivitystä. Tämä auttaa osaltaan kehittämään myös vaikutusten arviointia.



## LÄHTEITÄ JA TAUSTA-AINEISTOJA

- Amann, M., Bertok, I., Borken-Kleefeld, J., Cofala, J., Heyes, C., Höglund-Isaksson, L., Klimont, Z., Nguyen, B., Posch, M., Rafaj, P., Sandler, R., Schöpp, W., Wagner, F., and Winiwarter, W. (2011). Cost-effective control of air quality and greenhouse gases in Europe: Modeling and policy applications. *Environmental Modelling & Software*, 26, 1489–1501.
- Antikainen, R., Tenhunen, J., Ilomäki, M., Mickwitz, P., Punntila, P., Puustinen, M., Seppälä, J. & Kauppi, L. (2007). Bioenergian uudet haasteet Suomessa ja niiden ympäristönäkökohdat: nykytilakatsaus. Suomen Ympäristökeskuksen Raportteja, 11.
- Baanamittari (2017). <http://baanamittari.fi/fi/20160330-20170330> (Viitattu 2.5.2017).
- Bouget, C., Lassauce, A. & Jonsell, M. (2012). Effects of fuelwood harvesting on biodiversity — a review focused on the situation in Europe. *Canadian Journal of Forest Research*, 42(8), 1421–1432.
- Bouzarovski, S. (2013). Energy Poverty in the European Union: landscapes of vulnerability. *WIREs Energy and Environment* 2014, 3: 276–289
- Burchell, K., Rettie, R., Roberts, T. C. (2016). Householder engagement with energy consumption feedback: the role of community action and communications. *Energy Policy* 88, 178–186.
- Carbon Pulse (2017). <https://carbon-pulse.com/category/eu-ets/> (Viitattu 2.5. 2017).
- Creutzig, F., Ravindranath, N. H., Berndes, G., Bolwig, S., Bright, R., Cherubini, F., ... & Fargione, J. (2015). Bioenergy and climate change mitigation: an assessment. *GCB Bioenergy*, 7(5), 916-944.
- Denby, B.R., Ketzler, M., Ellermann, T., Stojiljkovic, A., Kupiainen, K., Niemi, J.V., Norman, M., Johansson, C., Gustafsson, M., Blomqvist, G., Janhäll, S., Sundvor, I. (2016). Road salt emissions: A comparison of measurements and modelling using the NORTRIP road dust emission model. *Atmospheric environment* 141: 508-522.
- Depietri Y, Renaud FG, Kallis G. (2012). Heat waves and floods in urban areas: a policy-oriented review of ecosystem services. *Sustainability Science*. 7, 95-107.
- Drewnowski, A. (2014). Healthy diets for a healthy planet. *The American journal of clinical nutrition*, 99(6), 1284-1285.
- Epstein, P. R., Buonocore, J. J., Eckerle, K., Hendryx, M., Stout Iii, B. M., Heinberg, R., ... & Doshi, S. K. (2011). Full cost accounting for the life cycle of coal. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1219(1), 73-98.
- EU Fuel Poverty Network (2017). <http://fuelpoverty.eu/> (viitattu 23.2.2017).
- European Commission (2016). Commission staff working document, impact assessment, Accompanying the document Proposal for a Directive of the European Parliament and the Council amending Directive 96/71/EC concerning the posting of workers in the framework of the provision of services. COM(2016) 128 final.
- European Commission (2016). Proposal for a DECISION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on establishing an information exchange mechanism with regard to intergovernmental agreements and non-binding instruments between Member States and third countries in the field of energy and repealing Decision No 994/2012/EU. COM(2016) 53 final.
- European Commission (2016). Proposal for a directive of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of energy from renewable sources (recast). COM/2016/0767 final - 2016/0382 (COD).
- Eurostat (2017). Discharges from hospitals. <http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&plugin=1&language=en&pcode=tps00048>

Forsström, J., Pingoud, K., Pohjola, J., Vilen, T., Valsta, L. & Verkerk, H. (2012). Wood-based biodiesel in Finland: Market-mediated impacts on emissions and costs. VTT Technology 7.

Fraunhofer. (2016). Analysis of the European crude oil industry – environmental impact, socio-economic value & downstream potential. Final report, Fraunhofer umsicht 11, May 2016.

Fraunhofer-Institute for Solar Energy Systems (ISE) (2015). Current and Future Cost of Photovoltaics. February 2015.

Frischknecht R, Althaus HJ, Bauer C, Doka G, Heck T, Jungbluth N, et al. (2007). The environmental relevance of capital goods in life cycle assessments of products and services. *International Journal of Life Cycle Assessment*. 11, 1–11.

Haakana, M., Ollila, P., Regina, K., Riihimäki, H. & Tuomainen, T. (2015). Menetelmä maankäytön kehityksen ennustamiseen. Pinta-alojen kehitys ja kasviuonekaasupäästöt vuoteen 2040. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 51/2015.

Hartig T, Mitchell R, de Vries S, Frumkin H. (2014). Nature and health. *Annual Review of Public Health*, 35, 207-28.

Helldán A, Raulio S, Kosola M, Tapanainen H, Ovaskainen M, Virtanen S. (2013). The national FINDI-ET 2012 survey. Helsinki: National Institute for Health and Welfare; Report No.: 16.

Himananen, P. (Toim) (2013). Kestävän kasvun malli. Valtioneuvoston kanslian Julkaisusarja 22/2013. <http://vnk.fi/julkaisukansio/2013/j22-Kestavan-kasvun-malli/PDF/fi.pdf>

Hoffmann B, Moebus S, Kröger K, Stang A, Möhlenkamp S, Dragano N, Schmermund A, Memmesheimer M, Erbel R, Jöckel KH. (2009). Residential exposure to urban air pollution, ankle-brachial index, and peripheral arterial disease. *Epidemiology*. 20, 280-8.

Hynynen, J., Salminen, H., Ahtikoski, A., Huuskonen, S., Ojansuu, R., Siipilehto, J., ... & Eerikäinen, K. (2015). Long-term impacts of forest management on biomass supply and forest resource development: a scenario analysis for Finland. *European Journal of Forest Research*, 134(3), 415-431.

Hänninen O., Leino O., Kollanus V. & Jantunen M. (2010). Pienhiukkaset ja sisäilman saasteet suurimpia kansanterveysriskejä. *Ilmansuojelu* 2/2010. s.4-8.

IEA Wind Task 26 (2012). The Past and Future Cost of Wind Energy. Work Package 2. National Renewable Energy Laboratory, Technical Report NREL/TP-6A20-53510.

JEC (2017). JEC Well-to-wheels analyses (WTW). <http://iet.jrc.ec.europa.eu/about-jec/jec-well-wheels-analyses-wtw>

Johansson, V., Felton, A. & Ranius, T. (2016). Long-term landscape scale effects of bioenergy extraction on dead wood-dependent species. *Forest Ecology and Management*, 371, 103–113.

Johnston, J. L., Fanzo, J. C., & Cogill, B. (2014). Understanding sustainable diets: a descriptive analysis of the determinants and processes that influence diets and their impact on health, food security, and environmental sustainability. *Advances in Nutrition: An International Review Journal*, 5(4), 418-429.

Kaila A., Sarkkola S., Laurén A., Ukonmaanaho L., Koivusalo H., Xiao L., O'Driscoll C., Asam Z., Tervahauta A. & Nieminen M. (2014). Phosphorus export from drained Scots pine mires after clear-felling and bioenergy harvesting. *Forest Ecology and Management*, 325: 99–107.

Kallio, M., Salminen, O., & Sievänen, R. (2014). Low Carbon Finland 2050-platform: skenaariot metsäsektorille. *Metlan työraportteja* 308. 34 s.

Kallio, M., Salminen, O., Sievänen, R. (2016). Forests in the Finnish low carbon scenarios. *Journal of Forest Economics* 23, 45-62.

Kalliokoski, T. & Repo, A. (2015). Mitä metsämallit kertovat Suomen metsien hiilinielun tulevasta kehityksestä? Ilmastopaneelin raportti 4/2015: Metsien hyödyntäminen ja ilmastomuutoksen hillintä. Toim. Seppälä, J., Vesala, T. & Kanninen, M.



- Kareksela, S., Moilanen, A., Tuominen, S., & Kotiaho, J. S. (2013). Use of inverse spatial conservation prioritization to avoid biological diversity loss outside protected areas. *Conservation Biology*, 27(6), 1294-1303.
- Karvosenoja, N. (2008). *Emission scenario model for regional air pollution*. Monographs Boreal Environ. Res. 32.
- Karvosenoja N., Kangas L., Kupiainen K., Kukkonen J., Karppinen A., Sofiev M., Tainio M., Paunu V.-V., Ahtoniemi P., Tuomisto J. T., Porvari P. (2011). Integrated modeling assessments of the population exposure in Finland to primary PM2.5 from traffic and domestic wood combustion on the resolutions of 1 and 10 km. *Air Quality, Atmosphere & Health*. 4, 179–188.
- Kiikkilä, O., Nieminen, T.M., Starr, M., Mäkilä, M., Loukola-Ruskeeniemi, K., Ukonmaanaho, L. (2014). Leaching of dissolved organic carbon and trace elements after stem-only and whole-tree clear-cut on boreal peatland. *Water, Air, & Soil Pollution*, 255, 1–11.
- Koistinen, A., Luuro, J-P. & Vanhatalo, K. (toim.) (2016). Metsänhoidon suositukset energiapuun korjuuseen, työopas. Tapion julkaisuja. Saatavilla: [http://tapio.fi/wp-content/uploads/2015/06/MHS-Energiapuun-korjuun-suositukset\\_verkkojulkaisu2.pdf](http://tapio.fi/wp-content/uploads/2015/06/MHS-Energiapuun-korjuun-suositukset_verkkojulkaisu2.pdf)
- Koljonen, T., Soimakallio, S., Ollikainen, M., Lanki, T., Asikainen, A., Ekholm, T., Hildén, M., Honkatukia, J., Lehtilä, A., Saarinen, M., Seppälä, J., Similä, L., Tiittanen, P. (2017). Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelman vaikutusarviot. Valtioneuvoston selvitys- ja julkaisutoiminnan julkaisusarja 57/2017.
- Koljonen, T., Soimakallio, S., Asikainen, A., Lanki, T., Anttila, P., Hildén, M., Honkatukia, J., Karvosenoja, N., Lehtilä, A., Lehtonen, H., Lindroos, T.J., Regina, K., Salminen, O., Savolahti, M., Siljanen, R., Tiittanen, P. (2017). Energia ja ilmastostrategian vaikutusarviot: Yhteenvetoraportti. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 21/2017.
- Koljonen, T., Similä, L., Lehtilä, A. et al. (2014). Low Carbon Finland 2050 -platform: vähähiilipolkujen kiintopisteet ja virstanpylväät. Yhteenveto hankkeen tuloksista ja johtopäätöksistä. VTT TECHNOLOGY 167.
- Korhonen, K.T., Auvinen, A-P., Kuusela, S., Punttila, P., Salminen, O., Siitonen, J., Ahlroth, P., Jäppinen, J-P., Kolström, T. (2016). Biotalouskenaarioiden mukaisten hakkuiden vaikutukset metsien monimuotoisuudelle tärkeisiin rakennepiirteisiin. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 51/2016. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-294-2>
- Kuntalaki 365/1995, <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1995/19950365>
- Lanki T, Hampel R, Tiittanen P, Andrich S, Beelen R, Brunekreef B, Dratva J, de Faire U, Fuks KB, Hoffmann B, Imboden M, Jousilahti P, Koenig W, Mahabadi AA, Künzli N, Pedersen NL, Penell J, Pershagen G, Probst-Hensch NM, Schaffner E, Schindler C, Sugiri D, Swart WJ, Tsai MY, Turunen AW, Weinmayr G, Wolf K, Yli-Tuomi T, Peters A. (2015). Air pollution from road traffic and systemic inflammation in adults: a cross-sectional analysis in the European ESCAPE project. *Environmental Health Perspectives*. 123, 785-791.
- Launiainen Samuli, Sarkkola Sakari, Laurén Ari, Puustinen Markku, Tattari Sirkka, Mattsson Tuija, Piirainen Sirpa, Heinonen Jaakko, Alakukku Laura, Finér Leena. (2014). KUSTAA -työkalu valuma-alueen vesistökuormituksen laskentaan. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 33/2014. 55 p.
- Lehtomäki, J., (2014). Spatial conservation prioritization for Finnish forest conservation management. Helsingin yliopisto, väitöskirja.
- Lehtonen, A., Salminen, O., Kallio, M., Tuomainen, T., Sievänen, R. (2016). Skenaariolaskelmiin perustuva puuston ja metsien kasvihuonekaasutaseen kehitys vuoteen 2045: Selvitys maa- ja metsätalousministeriölle vuoden 2016 energia- ja ilmastostrategian valmistelua varten. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 36/2016.
- Leskinen, P., Holma, A., Manninen, K., Sinkko, T., Pasanen, K., Rantala, M., Sokka, L. (2014). Uusiutuvan energian tuotannon ja käytön ympäristövaikutukset ja -riskit. Kirjallisuuskatsaus ja asiantuntija-arvio. Ympäristöministeriön raportteja 9/2014.

Lipasto (2017). Suomen työkoneiden päästömalli. TYKO 2016. (viitattu 2.5.2017).

LUKE (2017). Maatalouden päästöt pysyivät ennallaan – maankäytön ja metsätalouden nielu kattaa 47 prosenttia Suomen kokonaispäästöistä. Luonnonvarakeskus, uutinen 6.4.2017.

<https://www.luke.fi/uutiset/khki-2017/>

Macdiarmid, J. I., Kyle, J., Horgan, G. W., Loe, J., Fyfe, C., Johnstone, A., & McNeill, G. (2012). Sustainable diets for the future: can we contribute to reducing greenhouse gas emissions by eating a healthy diet?. *The American journal of clinical nutrition*, 96(3), 632-639.

Masset, G., Vieux, F., Verger, E. O., Soler, L. G., Touazi, D., & Darmon, N. (2014). Reducing energy intake and energy density for a sustainable diet: a study based on self-selected diets in French adults. *The American journal of clinical nutrition*, 99(6), 1460-1469.

Peltola, A (toim) (2014). Finnish Statistical Yearbook of Forestry 2014, Vantaa: Metsäntutkimuslaitos.

Pingoud, K., Ekholm, T., Soimakallio, S., & Helin, T. (2016). Carbon balance indicator for forest bioenergy scenarios. *Gcb Bioenergy*, 8(1), 171-182.

Pukkala, T. (2016). Does management improve the carbon balance of forestry? *Forestry* 2016, 1–11.

Pöyry Management Consulting Oy. (2017). Metsäbiomassan kustannustehokas käyttö. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 23/2017.

Rajagopal, D. (2013). The fuel market effects of biofuel policies and implications for regulations based on lifecycle emissions. *Environmental Research Letters*, 8(2), 024013.

Rajagopal, D., & Plevin, R. J. (2013). Implications of market-mediated emissions and uncertainty for biofuel policies. *Energy Policy*, 56, 75-82.

Rassi, P., Hyvärinen, E., Juslén, A., Mannerkoski, I. (toim.) (2010). The 2010 Red List of Finnish Species. Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2010, Helsinki: Ympäristöministeriö ja Suomen ympäristökeskus.

Raulio, S. (2011). Lunch eating patterns during working hours and their social and work-related determinants : Study of Finnish employees. THL 68/2011. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe201205085178>

Regina, K., Lehtonen, H., Palosuo, T., Ahvenjärvi, S. (2013). Maatalouden kasvihuonekaasupäästöt ja niiden vähentäminen. MTT Raportti 127. 43 s.

Riffell, S., Verschuyf, J., Miller, D., & Wigley, T. B. (2011). Biofuel harvests, coarse woody debris, and biodiversity—a meta-analysis. *Forest Ecology and Management*, 261(4), 878-887.

Rikkonen, P. & Rintamäki H. (toim.) (2015). Ilmastonmuutoksen hillintävaihtoehtojen ja –skenaarioiden tarkastelu maa- ja elintarviketaloudessa vuoteen 2030. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 12/2015.

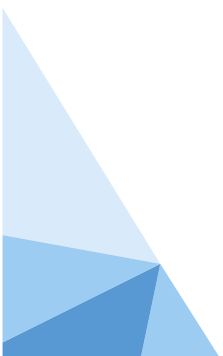
Risku-Norja H, Kurppa S, Irz X, Pinolehto M, Vorne V, Ovaskainen M-L, Nummela O, Rauhanen T. (2014). Ihmisen ja ympäristön hyvinvointi: yhteinen päämäärä, yhteinen politiikka. MTT Kasvu 22/2014.

Roininen, T., Katajajuuri, J.M. (2014). Ruokavaliomuutoksilla saavutettavat ilmastohyödyt. In Seppälä, J. (toim.). Kohti hiilineutraalia yhteiskuntaa. Taustaraportti. (Ilmastonmuutoksen hillintä ja sopeutuminen rakennetussa ympäristössä, raportti 6/2014.) Suomen Ilmastopaneeli, 2014.

Saarinen, M., Kurppa, S., Virtanen, Y., Usva, K., Mäkelä, J., Nissinen, A. (2011). LCA approach to the impact of homemade, ready-to-eat and school lunches on climate and eutrophication. *J Cleaner Production* 28, 177-186, 2011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.11.038>

Sabate, J., Soret, S. (2014). Sustainability of plant-based diets: Back to the future. *Am J Clin Nutr.* 100(Supplement 1):476S-82S.

Seppälä, J., Kanninen, M., Vesala, T., Uusivuori, J., Kalliokoski, T., Lintunen, J., Saikku, L., Korhonen, R., Repo, A. (2015). Metsien hyödyntämisen ilmastovaikutukset ja hiilinielujen kehittyminen. Ilmastopaneelin raportti 3/2015.



Seppälä, J., Nissinen, A., Kupiainen, K., Karvosenoja, N., Tainio, P., Mattinen, M., Soimakallio, S., Koljonen, T., Lehtilä, A., Ekholm, T., Saarinen, M., Silvennoinen, K. (2017). Kulutusnäkökulma ilmasto-politiikassa - toimien vaikutusarvioita. Suomen ympäristökeskuksen raportteja, tulossa.

Sievänen, R., Soimakallio, S., Salminen, O. (2016). Metsät biotalouden raaka-aineena ja hiilinieluna. *Metsätieteen aikakauskirja* 2, 125-127.

Sievänen, R., Salminen, O., Lehtonen, A., Ojanen, P., Liski, J., Ruosteenoja, K., Tuomi, M. (2014). Carbon stock changes of forest land in Finland under different levels of wood use and climate change. *Annals of Forest Science*, 71, 255–265.

Siitonen, J. (2001). Forest management, coarse woody debris and saproxylic organisms: Fennoscandian boreal forests as an example. *Ecological Bulletins*, 49, 11–41.

Siitonen J., Hanski I. (2004). Metsälajiston ekologia ja monimuotoisuus. In: Kuuluvainen T., Saaristo L., Keto-Tokoi P., Kostamo J., Kuuluvainen J., Kuusinen M., Ollikainen M., Salpakivi-Salomaa P. (eds.), *Metsän kätköissä - Suomen metsäluonnon monimuotoisuus*. Edita Publishing Oy. p. 76-109.

Soimakallio, S. (2014). Toward a More Comprehensive Greenhouse Gas Emissions Assessment of Biofuels: The Case of Forest-Based Fischer-Tropsch Diesel Production in Finland. *Environmental Science & Technology* 48, 3031–3038.

Soimakallio, S., Antikainen, R., Thun, R. (Eds). (2009). Assessing the sustainability of liquid biofuels from evolving technologies - A Finnish approach. VTT Research Notes 2482. Espoo, 2009. 220 p. + app. 41 p.

Soimakallio, S., Saikku, L., Valsta, L., Pingoud, K. (2016). Climate change mitigation challenge for wood utilization – the case of Finland. *Environmental Science & Technology* 50(10), 5127–5134.

Sokka, L., Sinkko, T., Holma, A., Manninen, K., Pasanen, K., Rantala, M., & Leskinen, P. (2016). Environmental impacts of the national renewable energy targets—A case study from Finland. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 59, 1599-1610.

STM (2008). Terveystiedon edistämisen mahdollisuuksien arviointi, vaikuttavuus ja kustannusvaikuttavuus. Raportti STM 2008:1, <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-00-2504-5>

STM (2008). Valtioneuvoston periaatepäätös terveyttä edistävän liikunnan ja ravinnon kehittämislinjauksista. Esitteitä STM 2008:10, <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-00-2642-4>

SYKE (2013). Suomen talouden materiaalivirtojen ympäristövaikutukset (ENVIMAT).

<http://www.syke.fi/fi->

[FI/Tutkimus](http://www.syke.fi/fi-) [kehittäminen/Tutkimus ja kehittämishankkeet/Hankkeet/Suomen talouden materiaalivirtojen ympäristövaikutukset ENVIMAT/Suomen talouden materiaalivirtojen ympäristövaikutukset ENVIMAT/Suomen talouden materiaalivirtojen ympäristövaikutukset](http://www.syke.fi/fi-) ENVIMAT/Suomen talouden materiaalivirtojen ympäristövaikutukset

SYKE (2013). Vesistöjen ravinnekuormitus ja luonnon huuhtouma. [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat\\_ja\\_tilastot/Vesistojen\\_ravinnekuormitus\\_ja\\_luonnon\\_huuhtouma](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Vesistojen_ravinnekuormitus_ja_luonnon_huuhtouma), päivitetty 3.9.2013, (Viitattu 7.11.2016).

Tattari S, Koskiaho J, Kosunen M, Lepistö A, Linjama J, Puustinen M. (2017). Nutrient loads from agricultural and forested areas in Finland from 1981 up to 2010 – is the efficiency of undertaken water protection measures seen? *Environmental Monitoring & Assessment* 189:95.

TEM (2013). Kansallinen energia- ja ilmastostrategia. Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 20. päivänä maaliskuuta 2013 VNS 2/2013 vp. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja, Energia ja ilmasto 8/2013.

Terveystiedonlaki 1326/2010, <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2010/20101326>

Tilastokeskus (2017). Ruututietokanta. <https://www.stat.fi/tup/ruututietokanta/index.html>

Tilastokeskus (2017). Energia. <http://tilastokeskus.fi/til/ene.html> (Viitattu 26.6.2017).

Tilastokeskus (2016). Findikaattori. Luonnonvarojen kokonaiskäyttö. <http://www.findikaattori.fi/fi/88>

Tilastokeskus (2016). Greenhouse gas emissions in Finland 1990-2014. National Inventory Report under the UNFCCC and the Kyoto Protocol. 15 June 2016.

Triviño, M., Pohjanmies, T., Mazziotta, A., Juutinen, A., Podkopaev, D., Le Tortorec, E., & Mönkkönen, M. (2016). Optimizing management to enhance multifunctionality in a boreal forest landscape. *Journal of Applied Ecology*. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12790>

Tuomainen, T. (2017). Kasvihuonekaasuinventaario – jatkuvaa kehittämistä. Luonnonvarakeskus, blogiartikkeli 6.4.2017. <https://www.luke.fi/blogi/kasvihuonekaasuinventario-jatkuvaa-kehittamista/>

Tuulivoimayhdistys (2017). Tuulivoima Suomessa. <http://www.tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta/tietoa-tuulivoimasta/tuulivoima-suomessa-ja-maailmalla/tuulivoima-suomessa>. (Viitattu 26.6.2017).

Valtioneuvosto (2017). Valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030. Huttunen R. (toim.). Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu 4/2017.

Valtion ravitsemusneuvottelukunta (2014). Terveyttä ruoasta: Suomalaiset ravitsemussuositukset 2014. Helsinki: Valtion ravitsemusneuvottelukunta.

van Dooren, C., Marinussen, M., Blonk, H., Aiking, H., & Vellinga, P. (2014). Exploring dietary guidelines based on ecological and nutritional values: A comparison of six dietary patterns. *Food Policy*, 44, 36-46.

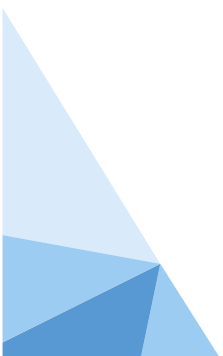
WEC (2004). Comparison of energy systems using life cycle assessment. A Special Report of the world energy council.

WHO (2013). Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project. Recommendations for concentration–response functions for cost–benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide. World Health Organization, Regional Office for Europe, Bonn, pp. 60.

World Cancer Research Fund (2014). Food, nutrition, physical activity, and the prevention of cancer: A global perspective. [http://www.dietandcancerreport.org/expert\\_report](http://www.dietandcancerreport.org/expert_report). London, UK: WCRF; 2007 August 2014.

Ympäristöministeriö (2017). Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelma vuoteen 2030. Luonnos lausuntokierrosta varten. Toukokuu 2017.

Ympäristöministeriö (1994). Suomen metsäluonnon monimuotoisuuden turvaaminen. Ympäristöministeriö, Alueiden käytön osasto. Muistio 3/1994. Painatuskeskus Oy, Helsinki.: 1-90.





# LIITE 1. ERI SEKTOREIDEN TOIMIEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Mikael Hildén, Sampo Soimakallio, Hanna Mela, SYKE  
Timo Lanki, THL

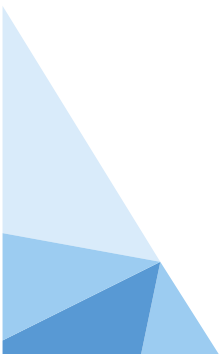
## Energiankäyttöä koskevat linjaukset

Energia- ja ilmastostrategian luvussa 3 on määritelty uusiutuvan ja fossiilisten energian käyttöön ja tukemiseen sekä energian hankinnan omavaraisuuteen liittyviä poliittisia linjauksia. Linjaukset voivat vaikuttaa kasvihuonekaasuihin päästökauppa-, taakanjako- ja maankäyttösektorilla sekä Suomen rajojen ulkopuolella. Seuraavissa taulukoissa on esitetty tiiviisti tarkastelu linjausten merkittävimmistä potentiaalisista ympäristövaikutuksista linjausten kuvauksen ja oletettujen vaikutusketjujen perusteella.

### Taulukko L1. Uusiutuvan energian käytön lisääminen ja energian hankinnan omavaraisuus

Linjaus energia- ja ilmastostrategiassa	Ympäristövaikutusten syntymisen kannalta relevantti vaikutusketju	Merkittävimmät ympäristövaikutukset
<i>Uusiutuvan energian käyttöä lisätään niin, että sen osuus energian loppukulutuksesta nousee yli 50 prosenttiin 2020 luvulla. Pitkän aikavälin tavoitteena on, että energiajärjestelmä muuttuu hiilineutraaliksi ja perustuu vahvasti uusiutuviin energialähteisiin. Vuoteen 2030 tähtäävissä politiikkatoimissa otetaan kustannustehokkuuden lisäksi huomioon myös energiajärjestelmän pidemmän aikavälin muutostarpeet.</i>	Uusiutuvan energian käyttö lisääntyy taloudellisen, normatiivisen ja tiedollisen ohjauksen seurauksena.	Ympäristövaikutukset määräytyvät käytettävien uusiutuvan energian lähteiden sekä tuotannon ja kulutuksen yhteensovittamisen onnistumisen mukaan.
<i>Maatalouden, yhdyskuntien ja teollisuuden jätteiden ja sivuvirtojen hyödyntämistä lämmön ja sähkön tuotannossa sekä liikenteen polttoaineena edistetään. Samalla vähennetään ympäristökuormitusta, edistetään kiertotaloutta ja luodaan referenssikohteita puhtaille bio- ja kiertotalouden ratkaisuille.</i>	Jätteiden ja sivuvirtojen energiahyödyntäminen lisääntyy ohjauksen kautta.	Kiertotalouden vahvistaminen vähentää yleensä ympäristökuormitusta, mutta jos investoidaan voimakkaasti jätteiden suoraan energiakäyttöön, voidaan menettää mahdollisuuksia lisätä innovatiivista tuotteisiin ja uusioraaka-aineisiin perustuvaa kiertotaloutta sekä menettää kannusteita jätteiden synnyn ehkäisemiseksi.
<i>Uusiutuvaan energiaan perustuvaa hajautettua sähkön ja lämmön tuotantoa edistetään. Hajautettua pientuotantoa pyritään lisäämään pääosin markkinaehtoisesti ja nykyisin taloudellisin kan-</i>	Hajautetun sähkön ja lämmöntuotannon lisääminen muuttaa huipputehon tarvetta ja siten koko energiajärjestelmän huipputehon aiheuttamaa ympäristökuormitusta.	Vaikutusten luonne ja suunta riippuu mm. huipputehon tuotannon toteutuksesta. Kuluttajien muuttuminen enenevissä määrin myös energian tuottajiksi kiinteistökohtaisten energiajärjes-

<p><i>nustein. Informaatio ohjauksella ja paikallisilla referenssikohteilla lisätään kansalaisten, yritysten ja julkisen sektorin kiinnostusta uusiutuvan energian hyödyntämiseen kiinteistökohtaisissa energiaratkaisuissa. Hajautetun tuotannon taloudellisiin kannustimiin kuten investointitukiin tehtävät muutokset toteutetaan maltillisesti riittävän pitkän aikavälin kuluessa ottaen huomioon hajautetun tuotannon kustannusten aleneminen.</i></p>		<p>telmien myötä lisää osallisuuden kokemusta energiamurroksessa ja luo edellytyksiä aktiiviselle energiakansalaisuudelle.</p>
<p><i>Uusiutuvan energian investointitukia kohdennetaan ensisijaisesti uuden teknologian kaupallistamiseen sekä päästökaupparektorin ulkopuolisten sektoreiden kuten liikenteen kehittyneitä biopolttoaineita tuottaviin laitoksiin ja yritysten ja maatalojen kiinteistökohtaiseen tai muuhun päästökauppaan kuulumattomaan sähkön- ja lämmöntuotantoon. Tavoitteena on, että tuista eri teknologioille luovutaan teknologian kehittyessä, kustannusten alentuessa ja kilpailukyvyyn parantuessa.</i></p>	<p>Investointituet synnyttävät polkuriippuvuutta. Tukien kohdistuminen vaikuttaa eri teknologioiden kaupallistamiseen ja siten tuotannon ympäristövaikutuksiin.</p>	<p>Investointitukien ehdot vaikuttavat edellytyksiin synnyttää pitkällä aikavälillä ilmast- ja ympäristötehokkaita ratkaisuja.</p>
<p><i>Uusiutuvan energian lisäämiseksi ja energiatehokkuuden parantamiseksi toteutettavat lisätoimet nostavat energiaomavaraisuuden 55 prosenttiin energian loppukulutuksesta 2020 luvun loppuun mennessä.</i></p>	<p>Kaikella energiantuotannolla on ympäristövaikutuksia. Energiaomavaraisuus korostaa tuotantoa kotimaassa ja energiajärjestelmän rakenne määrää vaikutusten laadun ja suunnan.</p>	<p>Energiatehokkuuden nosto ja ympäristökriteerejä (kestävyysskriteerejä) huomioon ottava uusiutuvan energian lisäys vähentävät energiantuotannon ympäristövaikutuksia yleisesti. Energiaomavaraisuuden vahva korostaminen voi jopa johtaa suurempaan ympäristökuormitukseen kuin laajasti rajoja ylittävä integroitu järjestelmä. Vaikutukset riippuvat voimakkaasti siitä, mihin energialähteisiin ja raaka-aineisiin lisätoimet kohdennetaan.</p>





## Taulukko L2. Tuontiöljyn energiakäytön puolittaminen

Linjaus energia- ja ilmastostrategiassa	Ympäristövaikutusten syntymisen kannalta relevantti vaikutusketju	Merkittävimmät ympäristövaikutukset
<i>Liikennesektorin toimet muodostavat pääosan taakanjakosektorin päästövähennystoimista. Ne vähentävät suoraan öljyn energiakäyttöä. Myös rakennusten erillislämmitykseen ja työkoneisiin esitetyt toimet kohdistuvat öljyn energiakäytön vähentämiseen. Näillä toimilla mineraalipohjaisen tuontiöljyn energiakäyttö puolittuu 2020 luvun loppuun mennessä verrattuna vuoden 2005 vertailutasoon.</i>	Tuontiöljyn väheneminen vähentää taakanjakosektorin päästöjen lisäksi Suomen energiankäytön ympäristövaikutuksia Suomen rajojen ulkopuolella. Korvaavien energialähteiden valinta vaikuttaa ympäristövaikutuksiin.	Biopolttoaineiden lisäys aiheuttaa erilaisia ympäristövaikutuksia lähinnä raaka-aineista riippuen. Mahdollinen polttoaineen hinnan nousu korostaa tuloerojen merkitystä eri väestöryhmissä.

## Taulukko L3. Kivihiilen energiakäytöstä luopuminen

Linjaus energia- ja ilmastostrategiassa	Ympäristövaikutusten syntymisen kannalta relevantti vaikutusketju	Merkittävimmät ympäristövaikutukset
<i>Suomi luopuu kivihiilen energiakäytöstä vuoteen 2030 mennessä. Energiantuotannon hiilidioksidipäästöjä vähentäviä ohjauskeinoja pyritään vahvistamaan Euroopan unionissa. EU:n päästökaupparjestelmän lisäksi kivihiilen käyttöä ohjataan vero- ja tukijärjestelmillä siten, että kotimaisten polttoaineiden kilpailukyky säilyy sähkön ja kaukolämmön yhteistuotannossa kivihiileen verrattuna.</i>	Vero-, tuki- ja informaatio-ohjaus toimivat riittävänä keinona lopettamaan kivihiilen käytön	Signaali ja ohjaus kivihiilestä irtautumisesta ja päästöjen vähentämisestä kannustaa vaihtoehtoisten energiantuotantomuotojen lisäämiseen. Saattaa lisätä turpeen ja puun energiakäyttöä ja niihin liittyviä ympäristövaikutuksia.
<i>Uusia voimalaitoksia tai korvausinvestointeja ei pidä tehdä kivi- tai ruskohiilen polttoon perustuvaksi. Olemassa olevien pölypolttoon perustuvien laitosten poistuessa kivihiili jää ainoastaan varapolttoaineeksi poikkeuksellisia tilanteita varten.</i>	Kivihiili poistuu viimeistään nykyisten voimalaitosten käyttöiän päättyessä.	Ks. yllä.
<i>Valmistellaan nykyisen hallituskauden aikana hallituksen esitys laiksi, jossa säädetään siirtymäaika kivihiilen energiakäytöstä luopumiselle vuoteen 2030 mennessä ottaen huomioon energian toimitusvarmuuteen, huoltovarmuuteen ja poikkeuksellisiin tilanteisiin liittyvät</i>	Kivihiilen käyttö säilyisi tehoreservinä ja varavoimana poikkeusoloja varten.	Ks. yllä. Saattaa mahdollistaa kivihiilen osittaisen käytön, millä on ympäristövaikutuksia, mutta toisaalta huoltovarmuuden parantuminen vähentää sähkökatkojen riskiä.

<i>näkökohdat.</i>		
<i>Lämmöntuotannon energiaverotuksen lähtökohtana on nykyinen yhtenäinen verojärjestelmä. Mahdolliset veronkorotukset tulee painottaa hiilidioksidisäilötön perustuvan vero-osuuteen.</i>	Saattaa lisätä puupolttoainesten, lämpöpumppujen ja suoran sähkölämmityksen käyttöä ja parantaa energiatehokkuutta. Vaikutukset riippuvat veron korotusten tasoista.	Vähentää energiantuotannon haitallisia ympäristövaikutuksia. Mahdollinen lämmitysenergian hinnan nousu kohdistuu suhteellisesti eniten pienituloiseen väestöön, millä voi toteutustavasta riippuen olla sosiaalisia vaikutuksia. Kustannusten nousulle eniten alttiin väestön energiaköyhyys on tunnustettu EU:n laajuiseksi sosiaalisiksi kysymykseksi <sup>99,100</sup> .

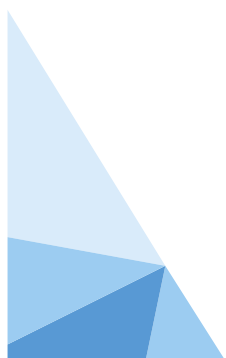
#### Taulukko L4. Puupohjainen energia

Linjaus energia- ja ilmastostrategiassa	Ympäristövaikutusten synty- misen kannalta relevantti vaikutukset	Merkittävimmät ympäristövaikutukset
<i>Energiaverotuksella kannustetaan käyttämään yhdistetyssä sähkö- ja lämmön tuotannossa sekä lämmön erillistuotannossa ensisijaisesti metsähaketta ja metsäteollisuuden sivutuotteita.</i>	Vero-ohjaus parantaa puuenergian kilpailukykyä muihin polttoaineisiin nähden.	Puuenergian käytön lisäys korvaa turpeen ja kivihiilen käyttöä. Metsähakkeen käytön lisääminen pienentää metsien hiilinielua, voi lisätä uhkaa luonnon monimuotoisuuden heikentymiselle ja lisätä vesistökuormitusta. Voi lisätä kilpailua puuraaka-aineesta esim. biopolttoainesten ja puun materiaalikäytön kanssa.
<i>Valmistauduttaessa EU:n vuonna 2021 alkavaan ohjelmakauteen arvioidaan metsätalouden kannustejärjestelmän uudistamista. Tässä työssä selvitetään tarve metsätalouden tuille vuoden 2020 jälkeen myös uusiutuvan energian tavoitteiden näkökulmasta.</i>	Kannustejärjestelmän rakenne vaikuttaa	Kannustejärjestelmällä voi olla merkittäviä ympäristövaikutuksia. Ottamalla ympäristökriteerejä kannustejärjestelmän suunnittelun lähtökohtiin luodaan edellytyksiä välttää haitallisia ympäristövaikutuksia.
<i>Turpeen verotuksella pyritään varmistamaan, että turpe ei ole kilpailukykyisempi kuin metsähake tai metsäteollisuuden sivutuotteet, mutta kuitenkin kilpailukykyisempi kuin kivihiili ja muut fossiiliset tuontipolttoaineet. Turpeen verotus on keskeinen ohjauskeino erityisesti lämmön erillistuotannossa.</i>	Turpeen käyttö ei korvautu fossiililla polttoaineilla ja saattaa joissakin tapauksissa lisääntyä fossiilisia polttoaineita korvaten.	Saattaa hidastaa turpeen käytön vähentämistä. Turpeen käyttö energiantuotannossa on ympäristövaikutuksiltaan verrattavissa kivihiileen ja aiheuttaa selvästi enemmän ympäristövaikutuksia kuin esimerkiksi maa-kaasu.
<i>Polttoaineiden väliseen kilpailukykyyn vaikuttaa tur-</i>	Tukijärjestelmä parantaa puuenergian kilpailukykyä	Vero- ja tukijärjestelmä vaikuttaa energiantuotannon

<sup>99</sup>EU Fuel Poverty Network, <http://fuelpoverty.eu/> (viitattu 23.2.2017).

<sup>100</sup>Bouzarovski, S. 2013. Energy Poverty in the European Union: landscapes of vulnerability. WIREs Energy and Environment 2014, 3: 276–289

<i>peen hinnan ja veron lisäksi keskeisesti päästöoikeuden hinta. Puupolttoaineiden käyttöä ei edistetä tukijärjestelmän avulla, jos polttoaineiden käyttö on kannattavaa myös ilman tukea. Metsähakkeen käyttö yhdistetyssä sähkön ja lämmön tuotannossa edellyttää nykytilanteessa tukijärjestelmää</i>	muihin polttoaineisiin nähden yhdessä verojärjestelmän kanssa.	ympäristövaikutuksiin. Ks. yllä.
<i>Metsähakesähkön tuotantotukijärjestelmä edistää kustannustehokkaasti metsähakkeen käyttöä sekä vahvistaa metsähakkeen toimitusketjua. Tukijärjestelmä säilytetään nykyisenä komission voimassaolevan valtioneuvoston päätöksen mukaisen ajan. Tukijärjestelmän tarpeellisuutta ja kehittämistä arvioidaan vuoden 2018 aikana.</i>	Ks. yllä.	Ks. yllä.
<i>Liikenteen kehittyneiden biopolttoaineiden kasvava kotimainen tuotanto lisää myös metsäteollisuuden sivutuotteiden ja metsähakkeen käyttöä. Poliittikkatoimia kehitettäessä otetaan huomioon metsäbiomassan saatavuus ja sen jalostusarvo eri käyttökohteissa.</i>	Puun kysyntä kasvaa metsäteollisuuden ja metsähakkeen energiakäytön ja biopolttoaineiden tuotannon kasvussa.	Metsähakkeen käytön lisääminen pienentää metsien hiilinielua, voi lisätä uhkaa luonnon monimuotoisuuden heikentymiselle ja lisätä vesistökuormitusta. Voi lisätä kilpailua puuraaka-aineesta esim. biopolttoaineiden ja puun materiaalikäytön kanssa.
<i>Tuontihakkeen käytön määrää ja osuutta seurataan säännöllisesti. Metsähakkeen käytön ja sen tuotantoketjun yrittäjyyden ja työllisyyden kannalta olennainen päätösvalta, käyttävätkö kotimaista vai tuontihaketta, on voimayhtiöillä.</i>	Tuontihake ulkoistaa suuren osan ympäristövaikutuksista	Tuontihakkeen tuotannon osalta ympäristövaikutukset aiheutuvat raaka-aineen lähtömaissa, raaka-aine määrää vaikutusten luonteen.
<i>Tuontihakkeella tuotettua energiaa ei lasketa mukaan energian hankinnan omavaraisuuteen.</i>	Tiedollinen kannustin käyttää kotimaista haketta	Vaikutus riippuu siitä, miten omavaraisuusasteen täyttyminen aiotaan varmistaa.



## Taulukko L5. Biokaasun tuotanto ja käyttö

Linjaus energia- ja ilmastostrategiassa	Ympäristövaikutusten syntymisen kannalta relevantti vaikutusketju	Merkittävimmät ympäristövaikutukset
<i>Biokaasun tuotanto ja käyttö kasvaa ja biokaasun ympärille kehittyy kasvavaa suomalaista liiketoimintaa.</i>	EU-ohjelmakaudella vuodesta 2021 saatavat tuet muodostavat riittävän kannustimen kehittää biokaasutuotantoa selvästi.	Parantaa ravinteiden kierrätystä. Voidaan välttää lannan välityksellä leviävä tautikierto. Voi välillisesti vähentää pellon raivausta ja siitä syntyviä päästöjä ilmaan (LULUCF) ja vesistöihin. Voi edistää kaasuautojen yleistymistä liikenteessä.
<i>Vaikutetaan EU-lainsäädännön sekä 2020 jälkeen alkavan seuraavan EU-ohjelmakauden valtiontukisääntöjen valmisteluun ajamalla biokaasua tukevia ratkaisuja.</i>	Ks. yllä	Käsittämällä biokaasua sekä energiakysymyksenä että laajempina ympäristökysymyksenä voidaan luoda edellytyksiä innovaatioille ja liiketoiminnalle, vaikka tuotanto ei itsessään ole taloudellisesti kannattavaa.
<i>Kansallisia säännöksiä ja lupamenettelyjä selkiytetään biokaasun tuotannon ja käytön edistämiseksi.</i>	Ks. yllä	Ks. yllä
<i>Biokaasulaitosten tukemista jatketaan kokonaisuudessaan vähintään nykyisellä tasolla osana työ- ja elinkeinoministeriön ja maa- ja metsätalousministeriön tukijärjestelmiä.</i>	Ks. yllä	Ks. yllä
<i>Edistetään kaasukäyttöisten autojen ja työkonien yleistyä.</i>		Parantaa edellytyksiä tuottaa ympäristötehokkaita innovaatioita. Vaikutus riippuu edistämistimenpiteistä.
<i>Edistetään maatalouden biomassojen biokaasupotentiaalin nykyistä parempaa hyödyntämistä.</i>		Ks. yllä

## Taulukko L6. Uusiutuviin energialähteisiin perustuvan sähkön ja lämmön tuotannon tuet

Linjaus energia- ja ilmastostrategiassa	Ympäristövaikutusten syntymisen kannalta relevantti vaikutusketju	Merkittävimmät ympäristövaikutukset
<i>Uusiutuvan energian lisääminen ja energiajärjestelmän muuttaminen pitkällä aikavälillä täysin päästöttömäksi ja hiilineutraaliksi edellyttää kannustimia osaamisen ja yhä tehokkaampien ratkaisujen kehittämiseen. Kansalliset markkinat on perusteltua säilyttää kiinnostavina muun muassa tuulivoima- ja aurinkosähköhankkeiden kehittä-</i>	Riittävä osaaminen ja teknologian kehittäminen mahdollistavat energiajärjestelmän muuttamisen vähäpäästöiseksi.	Energiajärjestelmän kehittyminen kasvihuonekaasujen osalta kokonaan päästöttömäksi muuttaa olennaisesti myös muita ympäristövaikutuksia erityisesti polttoon perustumattomien aurinko- ja tuulivoiman osalta, minkä seurauksena Ilmansaastepäästöt vähenevät.

<p><i>miselle, joihin liittyvät investoinnit ovat maailmalla vahvassa kasvussa.</i></p>		
<p><i>Suomen uusiutuvan energian potentiaalin hyödyntäminen teollisen mittakaavan sähkön tuotannossa on yksi keskeisistä kysymyksistä pitkän aikavälin energia- ja ilmastotavoitteiden kannalta. Nykyisenkaltaisesta tuulivoiman syöttötariffijärjestelmästä luovutaan sovitusti. Tavoitteena on sen sijaan hankkeiden toteutuminen tulevaisuudessa markkinaehtoisesti. Ylimenokauden ratkaisuna ja suomalaisen hankeosaamisen ylläpitämiseksi on tarpeen ottaa käyttöön teknologianeutraalit tarjouskilpailut, joiden perusteella maksetaan sähkön tuotantotukea ainoastaan kustannustehokkaimmille ja kilpailukykyisille uusiutuvan sähkön tuotantoinvestoinneille. Tavoitteena on lisätä uusiutuvan sähkön tuotantokapasiteettia 2020-luvulle mentäessä sähköjärjestelmän kehittämistarpeet huomioon ottaen. Vuosina 2018-2020 kilpailutetaan yhteensä 2 TWh, jolloin voidaan hyödyntää laajasta potentiaalisesta hankejoukosta edullisimmin ja valtiontalouden kannalta optimaalisesti toteutettavat. Tuotantotuen ja siihen liittyvän kilpailutuksen malli täsmennetään asiaa koskevan hallituksen esityksen valmistelun yhteydessä. Tuotantotukijärjestelmää valmisteltaessa ja sovellettaessa otetaan huolella huomioon yhteiskunnalliset vaikutukset, mukaan lukien yritys-, ympäristö- ja terveysvaikutukset. Työ- ja elinkeinoministeriö teettää riippumattoman ja kattavan selvityksen tuulivoiman terveys- ja ympäristöhaitoista ennen tuotantotukea koskevan lain valmistelua.</i></p>	<p>Teknologianeutraalikiilpailutus parantaa kustannustehokkaimpien ja kilpailukykyisimpien ratkaisujen yleistymistä.</p>	<p>Ympäristövaikutukset riippuvat mm. siitä, mihin teknologioihin tuet kohdistuvat, minkälaisia vaikutuksia tällä on sähkön hintaan ja kulu- tukseen sekä päästöoikeuksien hintaan. Tuulivoimahankkeiden paikallinen vastustus heikentää hankkeiden kustannustehokkuutta ja hidastaa tuulivoiman osuuden kasvua. Paikallisyhteistötason omistuksen tuulivoimahankkeissa on useissa EU-maissa todettu ratkaisevasti lisäävän myönteisiä asenteita hankkeita kohtaan sekä parantavan kustannustehokkuutta. Kannustaminen paikallisten energiayhteisöjen syntyyn nähdään merkittävänä edellytyksenä hajautetun uusiutuvan energian kustannustehokkaalle tuotannolle<sup>101</sup>.</p>
<p><i>Metsäenergiaa hyödyntävien pienimuotoisten yhdistetyn sähkön ja lämmön tuotannon</i></p>	<p>Tuotantotukijärjestelmällä tehdään pienimuotoisen metsäenergian hyödyntämi-</p>	<p>Voi marginaalisesti lisätä metsähakkeen käyttöä, joka pienentää metsien</p>

<sup>101</sup> COM(2016) 128 final. Commission staff working document, impact assessment, Accompanying the document Proposal for a Directive of the European Parliament and the Council amending Directive 96/71/EC concerning the posting of workers in the framework of the provision of services.



<i>hankkeiden sisällyttämistä tuotantotukijärjestelmään selvitetään erikseen ottaen huomioon puu- ja polttoainemarkkinat ja mahdollisuus hyödyntää purua ja kuorta sekä sen varmistaminen, että päästöt eivät lisäänty taakanjakosektorilla.</i>	sestä taloudellisesti kannattavaa ja varmistetaan erilaisten hyödyntämättömien jakeiden suurempi käyttöaste.	hiilinielua ja voi lisätä luonnon monimuotoisuuteen kohdistuvia paineita. Voi lisätä kilpailua teollisuuden sivuvirroista yhdessä biostenneiden ja biomateriaalien tuotannon kanssa.
<i>Investointitukea jatketaan. Harkinnanvarainen investointituki soveltuu erityisesti uuden energiateknologian koekeluhankkeisiin, joihin liittyvistä ratkaisuista monet ovat keskeisiä sähkön tuotannon muuttuessa yhä enemmän uusiutuviin energialähteisiin perustuvaksi ja vaihtelevan sähkön tuotannon osuuden kasvaessa. Lisäksi investointituki on jatkossakin tarpeen edistämään pienehköjä teollisen mittakaavan sähkön tuotannon hankkeita.</i>	Investointituella edesautetaan uuden energiateknologian kaupallistumista.	Tällä voi olla myönteisiä vaikutuksia, jos edesauttaa teknologisten läpimurtojen syntymisessä. Lisäksi saadaan arvokasta kokemusta ja tietoa myös erilaisten haittavaikutusten ja kaupallistumisen esteiden vähentämiseksi. Läpimurrot ratkaisevat sen, kuinka tehokas toimenpide on. Läpimurrot voivat riippua tuen määrästä.
<i>Sähkön pientuotannon osalta säilytetään nykyiset taloudelliset ohjaukeinoet ml. sähköveromalli, jossa alle 800 MWh vuosituotanto on vapautettu sähköverosta omassa käytössä, sekä kotitalousvähennys asennustyöstä.</i>	Vapautus sähköverosta kannustaa pientuotannon lisäämiseen.	Vaikutukset riippuvat tuotannon lisäyksen volyymitä ja muun energiajärjestelmän kehityksestä. Sähkön pientuotanto edistää energiakansalaisuutta ja lisää osallisuuden kokemusta energiamurroksesta <sup>102</sup> .
<i>Yritysten pientuotannon investointeihin on edelleen perusteltua myöntää investointitukea, jotta kansalliset markkinat kehittyisivät. Tukitasoja alennetaan kustannustehokkuuden parantuessa ja investointituista luovutaan siinä vaiheessa, kun hankkeet käynnistyvät markkinaehtoisesti.</i>	Teknologian kehitys heijastuu myös ympäristövaikutuksiin	Ks. yllä
<i>Keskitetyn tiedonvaihdon käyttöönottoaminen sähkön vähittäismarkkinoilla vuonna 2019 mahdollistaa uusia sähkötoimitukseen liittyviä palveluita ja käytäntöjä. Selvitetään mahdollisuus keskitetyn tiedonvaihtojärjestelmän myötä hyödyntää pientuotantoa samalla kiinteistöllä sijaitsevilla huoneistoissa nykyistä joustavammin.</i>	Toimivat sähkömarkkinat parantavat edellytyksiä kehittää koko energiajärjestelmää	Parantaa energiatehokkuutta ja siten myönteisiä ympäristövaikutuksia.
<i>Uusiutuvan ja vähäpäästöi-</i>	Teknologian kehitys heijas-	Ympäristövaikutukset riip-

<sup>102</sup> COM(2016) 53 final. Proposal for a DECISION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on establishing an information exchange mechanism with regard to intergovernmental agreements and non-binding instruments between Member States and third countries in the field of energy and repealing Decision No 994/2012/EU

<p>sen kaukolämmöntuotannon osuuden kasvua edistetään energiaverotuksella ja metsähakesähkön tuotantotuella. Uusiutuvista energialähteistä kaukolämpöä tuottavia uuden teknologian investointeja tuetaan, jos teknologiaan liittyvät riskit ja kustannukset ovat korkeita. Päästökauppaan kuulumattomia yritysten ja maatilojen lämmöntuotannon investointeja, joissa hyödynnetään uusiutuvan energiaa, voidaan edelleen tukea. Tavoitteena on tavanomaisen teknologian tuista luopuminen.</p>	<p>tuu myös ympäristövaikutuksiin</p>	<p>puvat siitä, mihin teknologioihin tuet kohdistuvat.</p>
<p>Maaseudun sähkön pientuotantoa ja hajautettua lämmöntuotantoa edistetään Manner-Suomen maaseutuohjelman maatalouden investointituella ja yritystuilla.</p>	<p>Teknologian kehitys heijastuu myös ympäristövaikutuksiin</p>	<p>Ks. yllä</p>
<p>Hajautetun uusiutuvan energian lisäämisessä tulee maamme ilmasto-olosuhteet huomioiden pyrkiä välttämään haitallisia energijärjestelmätason vaikutuksia kuten sähkönkulutuksen kulutshuippujen jyrkentämistä talvella. Sekä kiinteistökohtaisessa lämmityksessä että kaukolämpöverkkojen lämmöntuotannossa edistetään eri uusiutuvan energian tuotantomuotojen yhdistelmiä, jotka täydentävät toisiaan kustannustehokkaasti eri vuodenaikoina. Julkisella tuella ei heikennetä kaukolämpöinfrastruktuurin toimintaedellytyksiä. Informaatio-ohjausta hajautetun ja pienimuotoisen uusiutuvan energian lisäämiseksi sähköntuotannossa ja lämmityksessä (esimerkiksi aurinkosähkö- ja lämpöratkaisut) vahvistetaan riittävin taloudellisin resurssein tavoitteena varmistaa puolueeton, oikea ja helposti saatava tieto.</p>	<p>Kulutshuippujen jyrkentämisen lieventäminen vähentää sähkökatkojen ja hintapiikkien muodostumista.</p>	<p>Kulutshuippuja alentamalla voidaan välttää päästointensiivisiä polttoaineita käyttävien voimalaitosten käyttötarvetta.</p>

## Taakanjakosektoria koskevien linjausten ja toimien ympäristövaikutukset

Osa energia- ja ilmastostrategian luvussa 3 määritellyistä poliittisista linjauksista koskee taakanjakosektoria. Lisäksi strategiassa on linjattu, että ”Päästökaupan ulkopuolisilla sektoreilla (liikenteessä, maataloudessa, erillislämmityksessä, jätehuollossa, fluorattujen kasvihuonekaasujen käytössä, työkoneiden käytössä) toteutetaan keskipitkän aikavälin suunnitelmassa määriteltävät päästövähennystoimet vuoden 2030 päästövähennystavoitteen saavuttamiseksi”. KAISU:n lausunnon lähetyksen raporttiluonnoksen luvussa 7 on esitetty tarvittavat lisätoimet asetettujen tai ennakoitujen tavoitteiden saavuttamiseksi. Seuraavissa taulukoissa on esitetty tiiviisti tarkastelu sekä energia- ja ilmastostrategian linjausten että KAISU:ssa esitettyjen toimien mahdollisista ympäristövaikutuksista. Linjauksista ja toimista on niiden kuvauksen ja oletettujen vaikutusketjujen pohjalta muodostettu käsitys mahdollisista merkittävistä ympäristövaikutuksista, mitä voi aiheutua taakanjakosektorin kasvihuonekaasupäästövähennyksen lisäksi. Osa vaikutuksista on pieniä tai riippuvaisia toistaiseksi tarkemmin määrittelemättä jääneestä täsmällisestä toimeenpanosta. Näiden osalta on tunnistettu vaikutusten ilmenemisen edellytyksiä tai rajoituksia.

**Taulukko L7. Liikennetoimet ja niiden vaikutukset**

Linjaus/toimi (energia- ja ilmastostrategia = E&I, KAISU)		Ympäristövaikutusten syntymisen kannalta relevantti vaikutusketju	Merkittävimmät vaikutukset taakanjakosektorilla tapahtuvien KHK-päästövähennysten lisäksi
E&I	<i>Tehdään koko liikennejärjestelmästä pitkällä aikavälillä erittäin vähäpäästöinen. Liikenteen päästöt vähennetään vuoteen 2030 mennessä noin 50 % verrattuna vuoden 2005 tilanteeseen. Päästövähennystoimien piteet kohdistetaan erityisesti tieliikenteeseen, jossa päästövähennyspotentiaali on suurin.</i>	Liikennesuoritteiden vähentyminen vähentää haitallisia ympäristövaikutuksia ja edistää terveyttä, biopoltoaineiden tuotannon lisääminen aiheuttaa päästöjä ja ympäristövaikutuksia taakanjakosektorin ulkopuolella. Sähköautoilun lisääntyminen voi lisätä päästöoikeuksien kysyntää marginaalisesti.	Erilaisten ohjauskeinojen sekä markkinoiden ja teknologioiden kehityksen ja kuluttajien liikkumistapamuutosten myötä liikennejärjestelmä muuttuu erittäin vähäpäästöiseksi. Henkilöauton käytön kustannusten nousu kohdistuu suhteellisesti eniten pienituloiseen väestöön, millä voi toteutustavasta riippuen olla sosiaalisia vaikutuksia.
	<i>Fossiilisten polttoaineiden korvaaminen uusiutuvilla ja vähäpäästöisillä vaihtoehdoilla</i>		
E&I	<i>Liikenteen biopoltoaineiden energiasisällön fyysinen osuus kaikesta tieliikenteeseen myydyistä polttoaineista nostetaan 30 prosenttiin vuoteen 2030 mennessä.</i>	Sekoitelvelvoite lisää biopoltoaineiden kysyntää. Saattaa kohdistua sekä kotimaiseen että ulkomaiseen tuotantoon. Sekoitelvelvoite kasvattaa kokonaisenergian kysyntää, jos biopoltoaineen tuotannon energiatase on huonompi kuin korvattavien fossiilisten polttoaineiden.	Biopoltoaineiden tuotannon ympäristövaikutukset kasvavat. Toimenpidettä tarkastellaan yhdessä lämmitysöljyn ja työkoneiden sekoitelvelvoitteen kanssa. Sekoitusvelvoite toimii viestinä siirtymisestä pois fossiilitaloudesta ja saa kuluttajia etsimään sille vaihtoehtoisia ratkaisuu-



		Sekoitevelvoite saattaa nostaa polttoaineen hintaa.	ja. Voi edesauttaa polttomoottoreille vaihtoehtoisten teknologioiden ja yksityisautoille vaihtoehtoisten kulkutapamuotojen yleistymisestä. Polttoaineen mahdollinen hinnan nousu kohdistuu suhteellisesti eniten pienituloiseen väestöön, millä voi tukitasosta riippuen olla erilaisia sosiaalisia vaikutuksia.
E&I	<i>Lähtökohtana on, että lisäkysyntä katetaan kotimaassa tuotettavilla kehittyneillä biopolttoaineilla. Liikenteen energiankulutusarvioiden perusteella tarvittava biopolttoaineiden kokonaismäärä olisi suuruusluokaltaan 1 100 000 toe/a (12,8 TWh/a) ja lisätuotantokapasiteetin tarve olisi 600 000 toe/a (7 TWh/a) vuoteen 2030 mennessä. Lisätuotanto voi perustua useisiin eri teknologioihin ja raaka-aineina olisivat pääosin erilaiset jätteet ja tähteet sekä metsätalouden ja -teollisuuden lignoseluloosa. Osittain tuotanto voi perustua tuontiraaka-aineisiin.</i>	Kotimaisen biojalostamokapasiteetin kehittymiselle luodaan taloudelliset toimintaedellytykset. Raaka-aineiden kohdentuminen pääasiassa jätteisiin ja tähteisiin varmistetaan riittävällä ohjauksella (esim. tukija verotasoja säätämällä, kestävyyskriteereillä)	Biopolttoaineiden tuotannon lisäyksen ympäristövaikutukset riippuvat erityisesti käytettävistä raaka-aineista. Voi pienentää metsien hiilinielua ja lisätä uhkaa luonnon monimuotoisuuden heikentymiselle.
E&I	<i>Volyymiltaan merkittävimmät tuotettavat polttoaineet, noin 80 % tuotannosta, ovat ns. drop-in -biopolttoaineita eli uusiutuvaa dieseliä ja biobensiiniä. Näitä voidaan käyttää olemassa olevassa ajoneuvokalustossa ilman rajoitteita eivätkä ne vaadi erillisen jakeluinfrastruktuurin rakentamista. Näitä täydentämään tuotetaan bioetanolia ja biokaasua (biometaania).</i>	Drop-in -biopolttoaineiden tuotanto nousee riittäväksi tasolle.	Vähentää terveydelle haitallisia pakokaasupäästöjä vertailupolttoaineisiin nähden.
E&I	<i>Tavoitellun kotimaisen tuotannon investointikustannusten arvioidaan olevan noin 1,5 mrd. euroa.</i>	Kotimaisilla investoinneilla voidaan korvata tuontibiopolttoaineita jakeluvaihteen piirissä. Investoinnit syntyvät markkinaehtoisesti jakeluvaihteen kautta tai osittain tuettuina.	Ympäristövaikutukset syntyvät kotimaisen ja ulkomaisen biopolttoaineen tuotannon välisinä eroina.
E&I	<i>Tieliikenteen biopolttoaineiden kysynnän ja sitä kautta tarjonnan kasvu varmistetaan jatkossakin polttoaineiden jakelijoille asetettavalla nestemäisten biopolttoaineiden jakeluvaihteen yhdistettynä nykyisen tyyppiseen polttoaineverotukseen. Useat tuotantoteknologiat ovat vasta kehitysvaiheessa, joten niiden demonstroi-</i>	Investoinnit toteutuvat, kun riittävä riskituki järjestetään, osittain EU:n kautta.	Ks. yllä.

	<i>tiin liittyvien teknologiariskien vuoksi investoinnit tarvitsevat riskitukea, jonka vuotuisiksi tarpeeksi arvioidaan lähivuosina 40-50 miljoonaa euroa. Osa tästä pyritään saamaan EU:n demonstraatio-rahoinstrumenteista.</i>		
E&I	<i>Koko EU:n tasolla on jatkettava kehittyneiden biopolttoaineiden markkinoita edistävää politiikkaa.</i>	EU-vaikuttaminen onnistuu markkinoiden luomiseksi. Pienentää biopolttoaineiden tuotannon investointiriskiä. Voi parantaa biopolttoaineiden vientimahdollisuuksia, mikä puolestaan voi vaikeuttaa kotimaisen jakeluvelvoitteen täyttämistä.	Biopolttoaineiden tuotannon ympäristövaikutukset voimistuvat. Poliittikka määrää osaltaan, mitkä vaikutukset korostuvat.
E&I	<i>Toimintaympäristön vakauttamiseksi ja uusien investointien varmistamiseksi tulee huolehtia biopolttoaineiden markkinoiden jatkuvuudesta koko EU:ssa. Lisäksi tarkastellaan mahdollisuuksia saada aikaan yhteispuhjoismaiset biopolttoainemarkkinat.</i>	EU- ja pohjoismainen vaikuttaminen onnistuu markkinoiden luomiseksi.	Ks. yllä
KAISU	<i>Tiivistetään Pohjoismaista yhteistyötä liikenteen päästöjen vähentämiseksi. Kehitetään Pohjoismaihin yhteinen tavoitemittaristo liikenteen erilaisiin päästövähennyskeinoihin liittyen.</i>	Pohjoismainen yhteistyö vahvistaa kykyä edistää vähäpäästöisiä ratkaisuja.	Voi tukea elinkaaren-aikaisten ilmansaasteiden päästöjen rajoittamista.
E&I	<i>Uusien polttoaineiden (kuten kaasu ja vety) jakeluasemaverkosto sekä sähköautojen vaatima latauspisteverkko rakennetaan Suomeen pääsääntöisesti markkinaehtoisesti. Lisäksi arvioidaan kustannustehokkaita keinoja edistää sähköautojen latausverkon ja kaasuautojen tankkausverkon laajentamista huomioon ottaen asiaa pohtineen jakeluinfratyöryhmän suositukset.</i>	Polttomoottoriajoneuvoille on riittävästi ennakoitavissa olevaa kysyntää, jotta infrastruktuuri hankkeet toteutuvat markkinaehtoisesti.	Edistää polttomoottoreille vaihtoehtoisten teknologioiden käyttöönottoa, parantaa ilmanlaatua kaupunkialueilla, sähköautoilu lisää päästöoikeuksien kysyntää.
E&I	<i>Valtion tulee kuitenkin huolehtia siitä, että uusien teknologioiden osuus autokannasta saadaan markkinoiden toimivuuden näkökulmasta riittävälle tasolle. Tavoitteena on, että Suomessa olisi vuonna 2030 yhteensä vähintään 250 000 sähkökäyttöistä autoa (täyssähköautot, vetyautot ja ladattavat hybridit) ja vähintään 50 000 kaasukäyttöistä autoa.</i>	Tuilla ja verotuksella vaikutetaan siihen, että polttomoottoreille vaihtoehtoisille teknologioille syntyy riittävä kysyntä.	Ks. yllä.
<i>Ajoneuvojen energiatehokkuuden parantaminen</i>			

E&I	<i>Vaikutetaan EU:n autovalmistajia koskevan lainsäädännön valmisteluun niin, että uusien henkilö- ja pakettiautojen ominaiskulutus ja -päästöt laskevat noin 30 % vuoden 2020 tasosta vuoteen 2030.</i>	EU-päätöksillä saadaan aikaan sitovat CO <sub>2</sub> -raja-arvot uusille henkilö- ja pakettiautoille.	Energiätehokkuuden parantuminen ja ominaiskulutuksen väheneminen vähentävät haitallisia ympäristövaikutuksia käyttövoimasta riippumatta.
E&I	<i>Osallistutaan raskaan kaluston vastaavien raja-arvojen valmisteluun ja käyttöönottoon EU:ssa.</i>	Ks. yllä.	Ks. yllä.
E&I	<i>Nopeutetaan autokannan uusiutumista Suomessa huomattavasti. Selvitetään mahdollisuudet keventää nykyistä hankintaan kohdentuvaa verotusta vähäpäästöisten autojen osalta. Päätökset liikenneverkkoyhtiö LIVE:stä tehdään erikseen, kun tarvittavat selvitykset ovat valmiina.</i>	Tuet tai verotus toimii riittävänä kannusteena autokannan uusiutumisen nopeutumiselle. Liikenne- ja viestintäministeriö keskeytti liikenneverkkoselvityksen 23.1.2017.	Autokannan uusiutuminen vähentää terveydelle ja ympäristölle haitallisia päästöjä. Luonnonvarojen käytön kannalta olennaista on myös toimiva poistuvien autojen materiaalien kierrätys.
E&I	<i>Autokannan uudistumisen ja uusien teknologioiden yleistymisen täsmälliset edistämiskeinot riippuvat muun muassa liikenneverkkoyhtiö LIVE:n toteutumisesta. On mahdollista, että vähäpäästöisten autojen yleistymistä tulisi edistää uudella, määräaikaisella riskituella, jonka arvioitu vuotuinen määrä lähivuosina olisi 25 milj. euroa.</i>	Ks. yllä.	Ks. yllä.

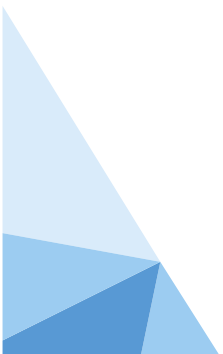
KAISU	<i>Edistetään informaatio-ohjauksen keinoin vanhojen autojen konvertointia E85-autoiksi tai kaasuautoiksi.</i>	Uudistus pidentää vanhojen autojen käyttöikä. Lisää mahdollisuuksia siirtyä uusiutuviin polttoaineisiin autokantaa uudistamatta.	Ei edistä energiatehokkuutta ja saattaa hidastaa autokannan uusiutumista. Materiaalia säästyy hieman, kun ei tarvitse tuoda uusia autoja. Lisää polttoaineen kulutusta, ja siten saattaa kasvattaa joitakin päästöjä. Voi lisätä biokaasun kysyntää.
KAISU	<i>Kehitetään autokauppiaille Green Deal -malli, jonka mukaan heillä on velvollisuus esitellä asiakkaille vähäpäästöisiä ajoneuvovaihtoehtoja</i>	Informaatio-ohjaus toimii asiakkaita ohjautavasti, kokonaisuuden kannalta myönteiset ratkaisut edellyttävät kuitenkin, että huomiota kiinnitetään myös muuhun kuin pelkkiin CO <sub>2</sub> -päästöihin (vrt. diesel)	Vaikutukset riippuvaisia 'green deal' -mallista sekä tarjolla olevista ajoneuvovaihtoehtoista
KAISU	<i>Varmistetaan energiatehokkaisiin, julkisiin liikenne- ja ajoneuvohankintoihin liittyvien neuvontapalvelujen saatavuus ja vaikuttavuus. Kannustetaan kuntayhtymiä ja muita julkisen sektorin toimijoita ottamaan käyttöön myös erilaisia taloudellisia kannustimia vaihtoehtoisten teknologioiden osuuden lisäämiseksi hankinnoissa.</i>	Tiedollinen ohjaus suuntaa valintoja	Mahdollisuus toteuttaa myös muiden luonnonvarojen säästöjä. Edellyttää riittävän selkeiden hankintakriteerien muodostamista.
<i>Liikennejärjestelmän energiatehokkuuden parantaminen</i>			
E&I	<i>Liikennesektorilla siirrytään nykyisestä itsepalvelumarkkinasta palvelumarkkinoille. Tavoitteena on "liikenne palveluna" -toimintatapaa edistämällä, että henkilöautolla yksin ajettavien matkojen määrä vähenee ja että henkilöautosuoritteiden kasvu kaupunkiseuduilla pysähtyy väestönkasvusta huolimatta.</i>	Linjaus edistää kulttuurista muutosta auton omistamisesta kohti autojen yhteiskäyttöä	Henkilöautosuoritteiden kasvun pysähtyminen vähentää yhdessä teknologisen kehityksen ja uusien käyttövoimien yleistymisen kanssa ilmansaasteita ja melua. Katupölyn aiheuttamien pienhiukkashaittojen vähentäminen edellyttää henkilöautosuoritteiden absoluuttisen määrän vähenemistä..
E&I	<i>Toteutetaan liikennemarkkinoihin liittyvä lainsäädännön uudistus (liikennekaari).</i>	Liikennekaari luo edellytyksiä kehittää uusia päästövähennystavoitteiden kannalta edullisia ratkaisuja	Toteutuksen ympäristövaikutukset määräytyvät toteutuksen mukaan, mutta siltä osin, kun toteutus tehostaa liikennettä vähentämällä tehotomia liikennesuoritteita ympäristövaikutukset ovat myönteisiä.

E&I	<i>Huolehditaan liikenteen ja maankäytön yhteensovittamisesta sekä kävelyn, pyöräilyn ja joukkoliikenteen toimintaedellytyksistä erityisesti kaupunkiseuduilla. Kävelyn ja pyöräilyn osalta tavoitellaan 30 prosentin kasvua näiden matkojen määrissä vuoteen 2030 mennessä. Varaudutaan liikkumistottumuksien muuttumiseen myös kaavoituksessa ja pysäköintinormeissa.</i>	Kävelyä, pyöräilyä ja joukkoliikennettä tukevat hankkeet muuttavat kaupunkirakennetta siten, että muu kuin henkilöautolla liikkuminen muuttuu helpommaksi ja miellyttävämmäksi. Vrt esim. Helsingin baana, jolla tuhansia päivittäisiä käyttäjiä <sup>103</sup>	Luo edellytyksiä eläville kaupunkialueille, joiden rakenne myös kannustaa terveyttä edistävään liikkumiseen
KAISU	<i>Osallistutaan kaupunkiseutujen liikenteen ja maankäytön yhteensovittamiseen ja liikennejärjestelmätyöhön mm. MAL-sopimusten kautta. Tavoitteena on, että kaupunkien liikennesuunnittelussa ja hankkeiden rahoituksessa priorisoidaisiin kävelyä, pyöräilyä ja joukkoliikennettä tukevia hankkeita.</i>	Ks. yllä	Ks. yllä
E&I	<i>Selvitetään mahdollisuudet vaikuttaa liikennesuoritteisiin ja kulkutapavalintoihin liikenneverkko-yhtiö LIVE:n asiakasmaksujen sekä LIVE:n investointien kautta. Päätökset LIVE:stä tehdään erikseen, kun tarvittavat selvitykset ovat valmiina.</i>	Liikenne- ja viestintäministeriö keskeytti liikenneverkkoselvityksen 23.1.2017.	
E&I	<i>Edistetään liikenteen automaatiota sekä erilaisia etäkäytäntöjä.</i>	Onnistutaan luomaan keinoja, jotka edistävät automaatiota ja etäkäytäntöjä aiheuttamatta 'uutta liikennettä' (ns. rebound vaikutus)	Liikenteen automaatiota ja etäkäytäntöjen yleistymisen saattavat vähentää liikennesuoritteita ja parantaa energiatehokkuutta ja sitä kautta vähentää haitallisia ympäristövaikutuksia.
E&I	<i>Parannetaan kuljetusten energiatehokkuutta merkittävästi toimintatapoja kehittämällä.</i>	Kuljetussuoritteiden tehokkuus nousee logistiikkaa parantamalla ja ajoneuvotapojen kehittämällä.	Energiatehokkuuden parantuminen vähentää haitallisia ympäristövaikutuksia käyttövoimasta riippumatta.
KAISU	<i>Ohjataan kasvavilla kaupunkiseuduilla työpaikkoja ja palveluita keskuksiin, alakeskuksiin ja hyvän palvelutason joukkoliikenteen solmukohtiin.</i>	Sijoittumista on mahdollista ohjata.	Ohjauksen keinot ja toteutus määrittelevät muut vaikutukset.
KAISU	<i>Edistetään täydennysrakentamista sekä yhdyskuntarakenteellisesti hyvien sijaintien luomista ja hyödyntämistä uudisrakentamisessa kaupunkimaisilla seuduilla.</i>	Kasvupaine kanavoituu jo rakennetuille alueille, joissa voidaan käyttää hyväksi osittain olemassa olevaa infrastruktuuria. Keskitämällä rakentamista voidaan välttää rakennettujen alueiden le-	Voi säästää myös muita luonnonvaroja sekä viheralueita, mutta edellyttää erityistä panostusta suunnitteluun ja toteutukseen. 'Jatkuva rakentaminen' myös potentiaalinen häiriö

<sup>103</sup> <http://baanamittari.fi/fi/20160330-20170330> (viitattu 2.5.2017).

		viämistä toistaiseksi säästyneille alueille.	ja voi myös aiheuttaa purkamistarvetta.
KAISU	<i>Toteutetaan valtion ja kaupunkiseutujen yhteinen kävelyn ja pyöräilyn investointiohjelma vuosina 2018-2022.</i>	Investoinnit kyetään toteuttamaan siten, että kasvava osa autotomakoista korvautuu kävelyllä ja pyöräilyllä.	Tukee terveyttä edistävää liikkumista, parantaa ilman laadua ja rajoittaa ruuhkia. Myönteisiä terveysvaikutuksia. Lisäinvestoinnit kulluttavat luonnonvaroja ja aiheuttavat päästöjä.
KAISU	<i>Kehitetään pyörien liityntä-pysäköintiä liikenteen solmukohtissa.</i>	Paremmat pysäköintimahdollisuudet kannustavat käyttämään polkupyörää muiden liityntäliikennevälineiden sijaan.	Alentaa kynnystä käyttää polkupyörää liityntäliikennevälineenä – myönteisiä terveysvaikutuksia. Luo edellytyksiä uusille pyöräpalveluille (vuokraus, huolto)
KAISU	<i>Kehitetään asemanseutuja markkinakokeilujen ja kaupunkikehittämisen pilottien avulla</i>	Asemien läpi kulkevat ihmisjoukot ovat kiinnostuneet käyttämään uusia palveluita. Uudet palvelut lisäävät yleisesti asemien käyttöä ja julkista liikennettä.	Syntyy uusia palveluita jotka elävöittävät asemia. Elävöittäminen lisää myös turvallisuuden tunnetta.
<i>Hiilidioksidipäästöihin kohdistuva taloudellinen ohjaus</i>			
KAISU	<i>Liikennesektorin vähähiilikehityksen varmistamiseksi varaudutaan liikenteen hiilidioksidipäästöihin kohdistuvan taloudellisen ohjauksen vahvistamiseen jo tällä hallituskaudella</i>	Muuttamalla kannustajärjestelmää nopeutetaan siirtymistä vähähiilisiin ratkaisuihin liikkumisessa.	Vaikutukset riippuvat ohjauksen luonteesta. Voi syntyä merkittäviä taloudellisia heijastevaikutuksia mm. auto-kauppaan

Liikenne on yksi KAISU:n painopistealueista, sillä merkittävä osa taakanjakosektorin päästövähenneistä on tarkoitus saavuttaa liikenteen päästöjä vähentämällä. Energia- ja ilmastostrategiassa sovittiin sekoitevelvoitteesta, joka nopeasti vähentää fossiilisten polttoaineiden käyttöä. Energia ja ilmastostrategian vaikutusten arvioinnissa<sup>6</sup> sekoitevelvoitteeseen todettiin yhdessä hakkuiden yleisen ja metsähakkeen käytön lisäystavoitteen kanssa liittyvän potentiaalisia kielteisiä vaikutuksia hiilinieluun, luonnon monimuotoisuuden turvaamiseen ja vesistöihin. KAISUn lisätoimet tarkentavat muita keinoja vaikuttaa liikenteen kasvihuonekaasupäästöihin. Erityisesti liikennejärjestelmään kohdistuvat toimet voivat pitkällä aikavälillä osoittautua erittäin tärkeiksi. Lyhyellä aikavälillä olennaista on tarkastella kehityssuuntaa ja erityisesti ajosuoritteita ja kulkutapajakaumaa. Ajosuoritteiden väheneminen vähentää suoraan monia liikenteen haitallisista ympäristövaikutuksista. Julkisen ja kevyen liikenteen osuuden kasvu puolestaan lisää mm. liikkumisen myönteisiä terveysvaikutuksia.





**Taulukko L8. Maatalouden ja ravinnonkulutuksen toimet ja niiden vaikutukset**

Linjaus/toimet KAISU:ssa	Ympäristövaikutusten syntymisen kannalta relevantti vaikutusketju	Merkittävimmät vaikutukset taakanjakosektorilla tapahtuvien KHK-päästövähennysten lisäksi
<i>Viljellään eloperäisiä maita monivuotisesti muokkaamatta</i>	Maatalouden tukijärjestelmään vaikutetaan siten, että syntyy kannusteita, jotka ovat riittäviä viemään kehitystä haluttuun suuntaan.	Vähentää päästöjä LU-LUCF-sektorilla. Toimenpiteen hyväksyttävyyden riippuu oleellisesti valituista ohjaukeinoista. Voi heikentää taloudellisia mahdollisuuksia siirtyä myöhemmin kasvinviljelyyn. Vähentää kiintoaineen ja myös typen huuhtoutumista vesistöihin.
<i>Metsitetään eloperäisiä maita; Kosteikkometsitetään eloperäisiä maita</i>	Taloudellisella ohjauksella saadaan aikaan haluttu muutos eloperäisten maiden käytössä.	Vähentää nettopäästöjä LULUCF-sektorilla (maaperän päästöt ja myöhemmin puuston nielu). Vähentää pelloista riippuvaisten lajien elinympäristöjä. Kosteikkometsitys voi synnyttää monimuotoisuutta edistäviä elinympäristöjä. Toimenpiteen toteutuus ja kannattavuus riippuvat tukitasosta ja metsityksen onnistumisesta.
<i>Nostetaan pohjaveden pintaa sääätösaloituksen avulla</i>	Kaavailtu investointituki ja hoitokorvaus ovat riittäviä toimenpiteiden toteuttamiseksi niin laajalla alalla, että toimella on merkitystä.	Vähentää päästöjä LU-LUCF-sektorilla. Mahdollistaa eloperäisten maiden viljelykäytön jatkamisen ja voi siten vähentää uusien peltojen raivaustarvetta sekä ylläpitää pelto- maisemaa.
<i>Edistetään biokaasutuotantoa</i>	EU-ohjelmakaudella vuodesta 2021 saatavat tuet muodostavat riittävän kannustimen kehittää biokaasutuotantoa selvästi.	Parantaa ravinteiden kierrätystä. Voidaan välttää lannan välityksellä leviävä tautikierto. Voi välillisesti vähentää pellon raivausta ja siitä syntyviä päästöjä ilmaan (LU-LUCF) ja vesistöihin. Voi edistää kaasuautojen yleistymistä liikenteessä.
<i>Ruuan kulutus, ruokahävikki ja ravitsemussuosituks</i>		
<i>Puolitetään ruokahävikki julkisissa keittiöissä vuoteen 2030 mennessä</i>	Haluttuja vaikutuksia saadaan aikaan tiedollisella ohjauksella: hävikkien synty mekanismien tunnistaminen, läpinäkyväksi tekeminen ja imagohyötyjen kehittäminen hävikkien vähentämisestä.	Vähentää maatalouden päästöjä Suomessa tai Suomen rajojen ulkopuolella. Tehostaa luonnonvarojen käyttöä ja voi myös luoda uutta liiketoimintaa, joka perustuu ruokahävikin vähentämiseen. Saattaa vähentää jätepuhjan bioenergian kotimaisista raaka-ainetta ja kasvattaa
<i>Kannustetaan alan eri toimijoita (mm. kauppa, teollisuutta ja ravintoloita) vapaaehtoisin sitoumuksiin ruokahävikin vähentämiseen</i>		
<i>Kehitetään ruokahävikin mitaus- ja seurantajärjestelmää</i>		

		siten bioenergian tuotannon päästöjä.
<i>Ohjataan julkisia keittiöitä noudattamaan ravitsemussuosituksia.</i>	Tiedollinen ohjaus ja taloudellinen ohjaus julkisten hankintojen kautta saavat julkisia keittiötä korostamaan suosituksia	Myönteisiä terveysvaikutuksia. Vähentää maatalouden päästöjä Suomessa tai Suomen rajojen ulkopuolella.

### Taulukko L9. Rakennettu ympäristö

Linjaus/toimi (energia- ja ilmastostrategia = E&I, KAISU)	Ympäristövaikutusten syntymisen kannalta relevantti vaikutusketju	Merkittävimmät vaikutukset taakanjakosektorilla tapahtuvien KHK päästövähennyksen lisäksi
	<i>Rakennusten erillislämmitys</i>	
E&I, KAISU	<i>Otetaan käyttöön 10 prosentin bionesteen sekoitusvelvoite lämmityksessä käytävään kevyeen polttoöljyyn (ja toimenpannaan se etupainotteisesti; KAISU).</i>	Sekoitusvelvoitteen avulla varmistetaan, että polttoaineen jakelijoiden markkinoille luovuttama polttoaine sisältää vähintään 10 % biokomponenttia. Toimenpide on yhteinen lämmitysöljyn ja työkoneiden sekoitusvelvoitteen kanssa. Sekoitusvelvoite toimii samalla viestinä siirtymisestä pois fossiilitaloudesta ja saa kuluttajia etsimään sille vaihtoehtoisia ratkaisuja.
		Lisää bionesteiden kysyntää, mutta voi myös vauhdittaa siirtymistä pois öljylämmityksestä, varsinkin, jos toimi nostaa polttoöljyn hintaa. Tämä kannustaa ottamaan käyttöön ja kehittämään vaihtoehtoisia lämmityskeinoja, mutta voi myös korostaa tuloerojen merkitystä väestöryhmissä. Bionesteiden tuotannon päästöt riippuvat käytettävistä raaka-aineista ja tuotantoteknologiasta. Voi lisätä metsähakkeen käyttöä bionesteiden tuotannossa, mikä pienentää metsien hiilinielua ja voi lisätä uhkaa luonnon monimuotoisuuden heikkenemiselle. Voi myös nopeuttaa siirtymistä muihin lämmitysmuotoihin (lämpöpumput, puu).
E&I	<i>Jatketaan ja kehitetään vapaaehtoisten energiatehokkuussopimusten toimeenpanoa. Toteutetaan informaatio-ohjausta rakennusten energiatehokkaasta käytöstä ja hyvästä sisäilmastosta.</i>	Tiedollinen ohjaus riittää nostamaan halukkuutta parantaa energiatehokkuutta
		Energiankäytön tehostuminen vähentää haitallisia ympäristövaikutuksia, sisäilman laadun parantumisella myönteisiä vaikutuksia terveyteen ja viihtyvyyteen
KAISU	<i>Valtionhallinto luopuu toimintojensa öljylämmityksestä vuoteen 2025 ja kaikkia julkisia toimijoita kannuste-</i>	Toimi kannustaa julkisten hankintojen kautta muiden lämmitysmuotojen kehittämistä.
		Voi edistää innovatiivisten uusien ratkaisujen käyttöönottoa ja kehittämistä. Lisää



	<i>taan samaan</i>		hankintojen kautta ratkaisujen kaupallista kiinnostavuutta.
E&I, KAISU	<i>Parannetaan energiatehokkuutta ja edistetään uusiutuvan energian käyttöä olemassa olevassa rakennuskannassa</i>	Tiedollinen ohjaus ja taloudelliset kannustimet riittävät nostamaan ihmisten kiinnostusta parantamaan energiatehokkuutta ja lisäämään uusiutuvan energian käyttöä myös korjausrakentamisessa.	Lämpöpumput yleistyvät ja samalla syntyy markkinoita myös muille energiatehokkuutta edistäville ratkaisuille. Olemassa olevan rakennuskannan energiatehokkuuden nostamisessa yksi haaste on varmistaa sisäilman laatu, mutta tietoisuus riskeistä on parantunut merkittävästi verrattuna esim. 1980-lukuun. Uusiutuvan energian käytön edistämisen vaikutukset riippuvat pitkälti uusiutuvan energian lähteestä.
KAISU	<i>Muutetaan polttoaineiden verotusta ohjausvaikutuksen tehostamiseksi</i>	Energiaverotuksella vahvistetaan kannustimia siirtyä uusiutuvaan energiaan..	Nopeutettu siirtyminen uusiutuvaan energiaan lisää lämpöpumppujen ja erilaisten hybridiratkaisujen kannattavuutta. Saattaa lisätä puun pienpoltttoa, ja siten haitallisia vaikutuksia ilmanlaatuun ja lisäksi voi pienentää metsien hiilinielua ja lisätä uhkaa luonnon monimuotoisuuden heikkenemiselle
KAISU	<i>Edistetään pellettien ja klapien puhdasta polttoa</i>	Ohjauskeinot, joihin sisältyvät sekä yleistä tiedollista ohjausta että teknisten standardien kehittämistä, ovat riittävät puhtaampien polttopesien kehittämiseksi ja markkinoimiseksi.	Nykyistä puhtaammin polttavien tulisijojen kehittäminen voi helpottaa tulisijojen kansainvälistä markkinointia. Onnistuessaan kehitystyö synnyttää myös tehokkaampia tulisijoja. Voi siten vähentää ilmansaaste päästöjä ml. ilmasto-vaikutuksia aiheuttavan mustan hiilen päästöjä. Voi lisätä puun energiakäyttöä ja siitä aiheutuvia vaikutuksia (ks. yllä)
	<i>Rakentaminen</i>		
E&I	<i>Pienennetään rakennusmateriaalien ja -tuotteiden hiilijalanjälkeä rakentamisessa</i>	Rakentamisessa ohjataan valitsemaan pienemmän hiilijalanjäljen omaavia rakennusmateriaaleja. Ohjausmekanismi ja hiilijalanjäljen määrittely voi vaikuttaa tuloksiin merkittävästikin.	Voi vähentää rakentamisen päästöjä ja vaikuttaa rakennusten energiatehokkuuteen, sisäilman laatuun ja viihtyvyyteen.

E&I	<i>Edistetään puurakentamista</i>	Rakentamisessa ohjataan valitsemaan puuperäisiä materiaaleja vaihtoehtoisten materiaalien sijaan. Ohjausmekanismin yksityiskohdat voivat vaikuttaa tuloksiin merkittävästi.	Voi vähentää rakentamisen päästöjä ja vaikuttaa rakennusten energiatehokkuuteen, sisäilman laatuun ja viihtyvyyteen.
E&I	<i>Parannetaan rakentamisen materiaalitehokkuutta</i>	Rakentamisessa ohjataan valitsemaan vähemmän luonnonvaroja kuluttavia rakennusmateriaaleja.	Säästää luonnonvaroja ja pienentää niiden käyttöön liittyviä ympäristövaikutuksia.
	<i>Alueiden käyttö</i>		
E&I	<i>Edistetään kaupunkiseutujen alueidenkäytön ja liikku- misen toimivuutta kehittämällä lainsäädäntöä ja alueidenkäytön suunnittelujärjestelmää, uudistamalla valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet sekä valtion ja kuntien välisillä sopimuksilla. Liikenteen infrastruktuurin toteuttaminen kytke- tään kaavoitukseen ja rakentamiseen siten, että päästöt vähenevät.</i>	Pääsääntöisesti tiedollisella ohjauksella vaikutetaan maankäytön suunnitteluun siten, että ilmasto- ja muut ympäristönäkökulmat otetaan nykyistä paremmin huomioon.	Toimi luo pitkällä aikavälillä edellytyksiä vähentää liikku- misen liittyviä haitallisia ympäristövaikutuksia ja mahdollisuuksia edistää yhdyskuntarakenteen sopeutumista ilmastomuutokseen.
E&I	<i>Kasvavilla kaupunkiseuduilla uudisrakentaminen ohjataan ensisijaisesti olemassa olevien palveluiden ja joukkoliikenteen piiriin. Kasvavien keskusten ulkopuolella maankäytön ohjauksella kehitetään huomioiden alueiden kehittämistarve, luonnonvaratalouden uudet kehityssuunnat ja pyrkimys paikalliseen energiatuotantoon. Maaseutujen keskuksia ja kyliä vahvistetaan palveluiden paikallisen saatavuuden turvaamiseksi.</i>	Kunnat ohjaavat aktiivisesti rakentamista siten, että energiatehokkuustavoitteiden ja uusiutuvan energian tuotantotavoitteiden toteuttaminen helpottuu	Toimet voivat vähentää rakentamiseen liittyviä haitallisia ympäristövaikutuksia ja luoda edellytyksiä luonnonmukaisten ratkaisujen laajenevalle käytölle, joilla voidaan edistää myös mm. luonnon monimuotoisuuden turvaamista.
E&I	<i>Alueidenkäytön suunnittelussa ja rakentamisessa sekä näiden ohjauksen kehittämiseksi varaudutaan aurinkoenergian hyödyntämiseen.</i>	Varataan tarvittavat alueet aurinkovoimaloille.	Vaikuttaa sähköntuotantokapasiteetin käyttöön ja kehittämiseen sekä vähäpäästöisen sähköntuotannon tarjontaan sekä viime kädessä päästöoikeuksien kysyntään.
E&I	<i>Alueidenkäytön suunnittelussa varaudutaan Suomen tuulivoimapotentiaalin laajamittaiseen hyödyntämiseen. Tuulivoimaloista aiheutuvien haitallisten vaikutusten minimoimiseksi tuulivoimarakentaminen pyritään ensisijaisesti keskittämään suuriin yksiköihin ja riittävästi etäisyydelle pysyvistä</i>	Varataan tarvittavat alueet tuulivoimaloille.	Tuulivoimaloiden ympäristövaikutusten selvittämisen merkitys korostuu. Intressiristiriitoja paikallistasolla. Vaikuttaa sähköntuotantokapasiteetin käyttöön ja vähäpäästöisen sähköntuotannon tarjontaan sekä viime kädessä pääs-

	asutuksesta.		töoikeuksien kysyntään.
--	--------------	--	-------------------------

### Taulukko L10. Jätehuollon toimet ja niiden vaikutukset

Linjaus/toimet KAISU:ssa	Ympäristövaikutusten synty- misen kannalta relevantti vaikutusketju	Merkittävimmät vaikutukset taakanjakosektorilla tapahtu- vien KHK- päästövähennysten lisäksi
<i>Selvitetään jätteenpolton päästöjen siirtäminen päästökaupan piiriin, ottaen huomioon myös vaikutukset jätehuollon tavoitteiden toteutumiseen</i>	Jätteenpolttolaitokset siirretään päästökaupan piiriin lakimuutoksella, mikä vähentää taakanjakosektorin päästöjä ja siten absoluuttista päästövähennysvelvoitetta.	Lisää marginaalisesti päästöoikeuksien kysyntää. Mikäli päästöoikeuksien hinnat nousevat nykyisestä hyvin alhaisesta tasosta (huhtikuu 2017 <sup>104</sup> , alle 5 €/t CO <sub>2</sub> ), toimi nostaa jätteenpolton kustannuksia. Parhaimmillaan tämä voi lisätä kiinnostusta kierto-talouksratkaisuihin.
<i>Valvotaan ja seurataan kaatopaikka-asetuksen toimeenpanoa</i>	Valvonnalla ja seurannalla varmennetaan jätehuollon tavoitteiden toteutumista ja ehkäistään orgaanisen jätteen kaatopaikkasijoittamista.	Riittävän tehokas valvonta varmistaa, että biojätteen hyötykäytölle asetetut tavoitteet täyttyvät ja kannustaa kehittämään biojätteen käsittelykeinoja

### Taulukko L11. F-kaasujen toimet ja niiden vaikutukset

Linjaus/toimet KAISU:ssa	Ympäristövaikutusten synty- misen kannalta relevantti vaikutusketju	Merkittävimmät vaikutukset taakanjakosektorilla tapahtu- vien KHK- päästövähennysten lisäksi
<i>Vältetään julkisen sektorin hankinnoissa F-kaasuja sisältäviä laitteita</i>	Toimi kannustaa julkisten hankintojen kautta vaihtoehtoisten teknologioiden käyttöönottoa ja yleistymistä	Vähentää tai lisää laitteiden käytön sähkönkulutusta tapauksesta riippuen. Vahvistaa vaihtoehtoisten ratkaisujen markkinoita.
<i>Edistetään vaihtoehtoisten teknologioiden käyttöönottoa ja tehostetaan F-kaasujen talteenottoa koulutuksen ja tiedotuksen keinoin</i>	Opetushallitus laatii riittävät tutkintoperusteet ja viranomaiset ja toimiala tiedottavat keinoista ja niiden tärkeydestä riittävästi. Tiedollinen ohjaus johtaa vaihtoehtoisten ratkaisujen yleistymiseen.	Vähentää tai lisää laitteiden käytön sähkönkulutusta tapauksesta riippuen. Vahvistaa vaihtoehtoisten ratkaisujen markkinoita, edellyttäen, että kilpailukykyisiä vaihtoehtoja on markkinoilla.
<i>Selvitetään ja demonstroidaan paikallisiin oloihin soveltuvia vaihtoehtoisia teknologioita</i>	Tutkimushanke edistää vaihtoehtoisten teknologioiden kehittämistä ja soveltuvuutta paikallisiin oloihin ja luo siten edellytyksiä korvata F-kaasuja.	Vahvistaa uusien ratkaisujen markkinointia ja edistää yleistä kiinnostusta vaihtoehtoihin teknologioihin. Merkittävien vaikutusten synnyttäminen edellyttää myös panostusta kansainväliseen markkinointiin.

<sup>104</sup> <https://carbon-pulse.com/category/eu-ets/> (Viitattu 2.5. 2017).

F-kaasut ovat kansainvälisen ja EU-tason sääntelyn kohteena. Pienenä markkina-alueena Suomi ei voi juurikaan vaikuttaa markkinoiden kautta maailmanlaajuisesti F-kaasujen korvautumiseen. Suomi voi kuitenkin osaltaan edistää vaihtoehtoisten teknologioiden testausta ja käyttökokemusten kartoittamista. Suomessa on myös edellytyksiä kehittää vaihtoehtoisia ratkaisuja, mutta niiden merkitys jää pieneksi, ellei samanaikaisesti tarkastella mahdollisuuksia tehdä niistä vientituotteita.

**Taulukko L12. Työkoneiden toimet ja niiden vaikutukset**

Linjaus/toimi (energia- ja ilmastostrategia = E&I, KAI-SU)		Ympäristövaikutusten synty- misen kannalta relevantti vaikutusketju	Merkittävimmät vaikutukset taakanjakosektorilla tapahtu- vien KHK- päästövähennysten lisäksi
E&I, KAISU	<i>Otetaan käyttöön bionesteen sekoitevelvoite työkoneissa käytettävään kevyeen polttoöljyyn. (Sekoitesuhde lisääntyy etupainotteisesti vuoden 2030 10 % osuutta kohti. Ohjauskeinona on jakeluväylien muutos; KAI-SU)</i>	Sekoitevelvoitteen avulla varmistetaan, että polttoaineen jakelijoiden markkinoille luovuttama polttoaine sisältää vähintään 10 % biokomponenttia. Toimenpide on yhteinen lämmitysöljyn ja työkoneiden sekoitevelvoitteen kanssa.	Lisää bionesteen kysyntää. Kannustaa tehostamaan energiankäyttöä tai siirtymään vaihtoehtoisiin käyttövoimiin, jos nostaa kevyen polttoöljyn kustannuksia. Bionesteen tuotannon päästöt riippuvat käytettävistä raaka-aineista ja tuotantoteknologiasta. Voi marginaalisesti lisätä metsähakkeen käyttöä, joka pienentää metsien hiilinielua ja voi lisätä luonnon monimuotoisuuteen kohdistuvia paineita
	<i>Edistetään biokaasun käyttöä työkoneissa</i>	Traktoreihin suunnattu investointituki saa myös maatalouden harjoittajia kiinnostumaan biokaasusta.	Ilmansaastepäästöt vähenevät. Voi kannustaa laajentamaan biokaasun tuotantoa, mikä samalla voi parantaa edellytyksiä kierrättää ravinteita maataloudessa ja hillitä lannan välityksellä leviävien tautien kiertoa.
	<i>Osallistutaan EU-tasolla työkoneiden CO<sub>2</sub>-sääntelyn kehittämiseen</i>	Ulottamalla työkoneasetusta energiatehokkuuteen ja CO <sub>2</sub> -päästöihin lisätään asetuksen vaikuttavuutta.	Energiatehokkuuspyrkimysten ja päästövähennysten välillä voi syntyä vaihtosuhteita.
	<i>Muutetaan lämmityspolttoaineiden verotusta työkoneiden vähäpäästöisyyden ja energiatehokkuuden edistämiseksi</i>	Energiaverotuksella vahvistetaan kannustimia siirtymään uusiutuvaan energiaan myös työkoneissa, joissa käytetään kevyttä polttoöljyä.	Kannustaa tehostamaan energiankäyttöä ja/tai siirtymään muihin käyttövoimiin (esim. biokaasuun ja sähköön), jos kevyen polttoöljyn kustannukset nousevat. Vähentää työkoneiden ilmansaastepäästöjä
	<i>Edistetään energiatehokkaiden ja vähäpäästöisten työkoneiden osuuden lisääntymistä julkisten hankintojen (laitteet ja palvelut) kautta</i>	Toimi edistää energiatehokkaiden ja vaihtoehtoisten teknologioiden käyttöönottoa julkisten hankintojen kautta.	Energiatehokkaiden ja vähäpäästöisten työkoneiden markkinat vahvistuvat, edellyttäen, että hankintakriteerit kyetään määrittelemään ja niiden soveltamiseen kiinnitetään huomiota.
	<i>Edistetään työkoneiden energiatehokasta käyttöä informaatio-</i>	Koulutus ja muu informaatio-ohjaus muuttaa käyttäytymistä..	Toimi voi tukea energian ja muiden resurssien tehokasta käyttöä, mutta vaikuttavuus edellyttää myös esimerkiksi

	<i>ohjauksen keinoin</i>		taloudellisia kannustimia esimerkiksi energian hinnoittelun muodossa
	<i>Vahvistetaan työkoneiden CO<sub>2</sub>-päästövähennyksiin liittyvää tietopohjaa</i>	Tietopohjaa vahvistetaan selvitystyön avulla, mikä parantaa päästövähennysten toteutumisen seurantaa ja edellytyksiä vaikuttaa EU-sääntelyyn.	Parempi tieto työkoneista ja niiden käytöstä voi auttaa kehittämään mm. hankintakriteerejä ja voi luoda edellytyksiä uusille liiketoimintamalleille, jotka perustuvat työkonepalveluihin työkoneiden hankinnan sijaan.

Työkoneet muodostavat hyvin heterogeenisen joukon päästövähennysten toimeenpanon ja sääntelyn kannalta. VTT:n TYKO mallissa on noin 50 eri työkoneenimikettä.<sup>105</sup> Bionesteen sekoitevelvoite on välittömin ja varmin keino vähentää työkoneiden käyttämiä fossiilisia polttoaineita, mutta siihen liittyvät samat haasteet kuin biopolttoaineiden lisäämiseen yleensä. Tämän vuoksi työkoneiden tarkempi tarkastelu on perusteltua. Tarkastelu tarkentaisi, mikä osuus työkoneista voi muuttua sähkökäyttöisiksi ja mitä uusia ratkaisuja on kehitettävissä työkoneiden resurssitehokkaan käytön edistämiseksi.

### Taulukko L13. Muiden sektoreiden toimet ja niiden vaikutukset

Linjaus/toimet KAISU:ssa	Ympäristövaikutusten syntymisen kannalta relevantti vaikutusketju	Merkittävimmät vaikutukset taakanjakosektorilla tapahtuvien KHK-päästövähennysten lisäksi
<i>Otetaan käyttöön 10 prosentin bionesteen sekoitusvelvoite käytettävään kevyeen polttoöljyyn ja toimenpannaan se etupainotteisesti.</i>	Sekoitevelvoitteen avulla varmistetaan, että polttoaineen jakelijoiden markkinoille luovuttama polttoaine sisältää vähintään 10 % biokomponenttia. Toimenpide on yhteinen lämmitysöljyn ja työkoneiden sekoitevelvoitteen kanssa.	Lisää bionesteiden kysyntää, mutta voi myös vauhdittaa siirtymistä pois öljylämmityksestä, varsinkin, jos toimi nostaa polttoöljyn hintaa. Tämä kannustaa ottamaan käyttöön ja kehittämään vaihtoehtoisia lämmityskeinoja, mutta voi myös korostaa tuloerojen merkitystä väestöryhmissä. Bionesteiden tuotannon päästöt riippuvat käytettävistä raaka-aineista ja tuotantoteknologiasta. Voi marginaalisesti lisätä metsähakkeen käyttöä, joka pienentää metsien hiilinielua ja voi lisätä luonnon monimuotoisuuteen kohdistuvia paineita.
<i>Edistetään polttoöljykattiloiden korvaamista kiinteän polttoaineen kattiloilla.</i>	Kiinteiden polttoaineiden kattiloilla voidaan käyttää hyväksi laajempaa kirjoa uusiutuvia polttoaineita kuin polttoöljykattiloissa.	Saattaa lisätä puuklapien ja turpeen panospolttoa, heikentää paikallista ilmanlaatua sekä lisätä haitallisia ympäristö- ja terveysvaikutuksia.
<i>Tehostetaan energiakatselmustoimintaa energia- ja ilmastostrategian linjausten mukaisesti.</i>	Investoinnit energian käyttöä tehostaviin ratkaisuihin lisääntyvät.	Päästökauppasektorille kohdistuessaan vähentää päästöoikeuksien kysyntää.

<sup>105</sup> <http://www.lipasto.vtt.fi/tyko/index.htm> (Viitattu 2.5.2017).

<i>Muutetaan polttoaineiden verotusta ohjausvaikutuksen tehostamiseksi</i>	Energiaverotuksella vahvistetaan kannustimia siirtymään uusiutuvaan energiaan.	Nopeutettu siirtyminen uusiutuvaan energiaan lisää lämpöpumppujen ja erilaisten hybridiratkaisujen kannattavuutta. Saattaa lisätä puun pienpolttoa ja siihen liittyviä ympäristövaikutuksia.
--	--	--

Muiden sektorien toimet liittyvät toisiinsa ja myös päästökauppasektoriin. Myös muut ympäristövaikutukset määräytyvät syntyvien ohjauskokonaisuuksien perusteella. Tämän vuoksi eri politiikka-alueiden välinen koherenssi on tärkeässä asemassa. Haitallisten ympäristövaikutusten hallinnan kannalta haasteellisia toimia ovat ne, joihin liittyy merkittäviä vaihtosuhteita eri päästöjen tai vaikutusten suhteen. Tällaisia ovat esimerkiksi toimenpiteet, jotka lisäävät yleisesti puun energiakäyttöä, erityisesti pienpolttoa.

#### Taulukko L14. Kulutuksen toimet

Linjaus/toimi (energia- ja ilmastostrategia = E&I, KAISU)		Ympäristövaikutusten syntymisen kannalta relevantti vaikutusketju	Merkittävimmät vaikutukset taakanjakosektorilla tapahtuvien KHK-päästövähennysten lisäksi
E&I	<i>Kehitetään edelleen asumisessa, liikkumisessa ja ravitsemuksessa käytössä olevia ohjauskeinoja ja mahdollistetaan kuluttajien toimia tavoitteena kulutuksesta aiheutuvien kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen.</i>	Syntyy innovatiivisia kokeiluja, jotka luovat edellytyksiä merkittävämpien yhteiskunnallisten muutosten toteuttamiseksi. Syntyy turhautumisia ja kiinnostus hiipuu, jos toiminnalle ei synny laajempaa yhteiskunnallista vastakaikua.	Tiedollisella ohjauksella syntyy enemmän 'ilmastokansalaisia', jotka ovat valmiit käyttämään aikaa, energiaa ja omia voimavaroja ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi.
KAISU	<i>Kannustetaan kansalaisia vähentämään omaa hiilijalanjälkeään keskimäärin 50 % vuoteen 2030 mennessä</i>	Ks. yllä	Ks. yllä
KAISU	<i>Rakennusten energiatehokkuus (painottuu päästökauppasektorille)</i> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Kehitetään taloyhtiöiden suunnitelmallisen kiinteistönpidon tukea</i></li> <li><i>Hyödynnetään kokemuksia ja kehitetään rahoitusmenettelyjä energainvestoinneille</i></li> </ul>	Tiedollinen ohjaus auttaa tunnistamaan taloudellisesti tehokkaita ratkaisuja, joita otetaan käyttöön laajasti.	Yleinen kiinteistönpidon paraneminen säästää luonnonvaroja ja edistää kiertotalouden kehittymistä. Syntyy uusia palveluja ja menettelyitä. Vähentää päästöoikeuksien kysyntää.

Yleisesti panostukset ovat vaatimattomat. Odotukset ovat suuret ja toimien onnistuminen edellyttää, että löytyy toimintamalleja, jotka ovat myös yksityistaloudellisesti kannattavia. Toimet vaativat onnistuakseen johdonmukaista tukea muilta politiikan alueilta (energian hinnoittelumallit, fossiilisen energian maksut/käyttörajoitukset, liikenne- ja liikkumISRatkaisut jne.).



Taulukko L15. Kuntien ja alueiden toimet

Linjaus/toimi (energia- ja ilmastostrategia = E&I, KAISU)		Oletettu vaikutusketju vaikutusten taustalla	Merkittävimmät vaikutukset taakanjakosektorilla tapahtuvien KHK-päästövähennysten lisäksi
KAISU	<p>Otetaan kuntaverkostoissa kehitetyt keinot käyttöön; mm.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Päästötavoitteet ja tiekartat tukemaan työtä</li> <li>✓ Toimien kustannusarvioit tukemaan päätöksentekoa</li> <li>✓ Yhteishankinnat, vrt. aurinkopaneelit</li> <li>✓ Verkostokuntien keskinäinen kiittäminen</li> </ul>	Yleinen tiedollinen ohjaus saa kuntapäätäjät panostamaan ilmastotyöhön.	Onnistuessaan toimet voivat edistää samalla resurssitehokkuutta ja kiertotaloutta. Toimet potentiaalisesti herkkiä eri politiikka-alueiden ohjauskeinoille (energiapolitiikka, aluepolitiikka, liikennepolitiikka) ja voi syntyä koko ilmasto-politiikan kannalta vähemmän hyviä ratkaisuja, jos ohjaus kannustaa osaoptimointiin, joka ulkoistaa vaikutuksia.
KAISU	<i>Lisää kuntia tavoitteelliseen ilmastotyöhön!</i>	Tiedollinen ohjaus saa aikaan innovatiivista toimintaa tavoitteiden saavuttamiseksi kunnissa.	Parhaimmillaan syntyy uusia resurssitehokkaita ratkaisuja, jotka edistävät myös kiertotaloutta. Paikallisten kasvihuonekaasupäästöjen ylikorostaminen voi johtaa päästöjen ja muiden ympäristövaikutusten ulkoistamiseen.
E&I	<i>Kehitetään kuntien ja alueiden ilmastoratkaisuja tukevaa työtä mm. toteuttamalla kokeilu- ja yhteistyöhankkeita.</i>	Ks. yllä	Ks. yllä
KAISU	<i>Varmistetaan kunnissa eri kuluttajaryhmiä palvelevaa puolueetonta alueellista energianeuvontaa ml. toimijoiden yhteistyössä kehitettäviä ratkaisuja</i>	Yleinen viesti asian tärkeydestä käynnistää toimintaa tavoitteiden saavuttamiseksi kunnissa.	Toteutuessaan riittävän laajana toimi voi edistää kokonaisvaltaista siirtymistä kohti nykyistä kestävämpää energiankäyttöä. Toimen vaatimien voimavarojen varmistus kuitenkin avoin
KAISU	<i>Kannustetaan julkisia toimijoita asettamaan valtion 39 % päästövähennystavoitetta tukevia omia tavoitteita vuoteen 2030 mennessä,</i>	Julistus tukee tavoitteiden asettamista ja erillistoitimien toteuttamista.	Varsinaisten kannusteiden puuttuessa toimi nojaa omatoimisuuteen. Parhaimmillaan voi edistää kestävä kehitystä tukevien konkreettisten toimenpiteiden toteuttamista
KAISU	<i>Kannustetaan maakuntia vähähiilisten hankkeiden 25 % -osuuden saavuttamiseen EAKR - rahoituksessa</i>	Kyetään innostamaan alueellisia toimijoita hakemaan EAKR-rahoitusta vähähiilisyyteen tähtääviin hankkeisiin.	Onnistuessaan toimi siirtää EAKR-hankkeiden painopistettä vähähiilisyyttä edistävien rakenteellisten muutosten sekä innovaatioiden edistämiseksi. Kokonaiskestävyys



			edellyttää tarkoituksenmukaisten kestävyyskriteerien huomioon ottamista rahoituspäätöksissä.
KAISU	<i>Huolehditaan vuorovaikutuksesta kansallisen ja alueellisen tason kesken ilmastopolitiikan asioissa</i>	Vuoropuhelu edistää hyvien paikallisten ja alueellisten ratkaisujen laajempaa käyttöönottoa ja niiden merkityksen tunnistamista kansallisessa politiikassa.	Toimi lisää paikallisia ja alueellisten toimien näkyvyyttä ja helpottaa päästöjen ulkoistusvaikeuksien tunnistamista. Edellyttää myös johdonmukaista ilmastotoimia kuvaavien tietojen keräystä ja tallentamista vuorovaikutuksen tueksi.

Kunnilla on merkittävä rooli konkreettisten ilmastotoimien toteuttajina ja siten valtakunnallisten päästötavoitteiden mahdollistajana. Esimerkiksi kaavoituksella ja palvelujen järjestämisellä voidaan vaikuttaa ratkaisevasti siihen, miten asumiseen ja liikkumiseen liittyvät päästöt kehittyvät. KAISU:n ohjausvaikutus on kuitenkin ennen kaikkea tiedollinen. Myös muut vaikutukset kuin kasvihuonekaasupäästöjen vähennykset määräytyvät pitkälti kuntien ja maakuntien omaehtoisen toiminnan mukaan. Kuntien ja maakuntien omat linjaukset ja konkreettiset toimet sekä niiden kyky kannustaa paikallisia ja alueellisia toimijoita esittämään tavoitteiden mukaisia EAKR-hankkeita määrittelevät mitä vaikutuksia on odotettavissa. Tämän vuoksi toimien seuranta ja keskinäinen oppiminen toimista on tärkeää.

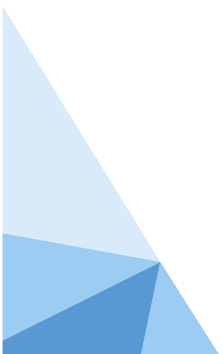
#### Taulukko L16. Julkisten hankintojen toimet ja niiden vaikutukset

Linjaus/toimet KAISU:ssa	Ympäristövaikutusten synty- misen kannalta relevantti vaikutusketju	Merkittävimmät vaikutukset taakanjakosektorilla tapah- tuvien KHK- päästövähennysten lisäksi
<i>Kokeillaan edelläkävijäkuntien ja ministeriöiden välillä solmittavaa ns. Green deal-mallia</i>	Taloudellinen ohjaus mahdollistaa hankintojen suunnittelun ja riskinoton.	Vaikutukset riippuvaisia 'green deal' -mallista. Valtion panostus toimeen heijastuu toimen kiinnostavuuteen. Vaikuttavuus edellyttää myös tehokasta markkinointia ja kokemuksista oppimista
<i>Tehostetaan ja kehitetään 'yhden luukun mallia' kestävien ja innovatiivisten hankintojen vauhdittamiseksi.</i>	Lisäämällä tiedollista ohjausta voidaan lisätä moni eri toimien vaikuttavuutta.	Halittujen vaikutusten syntyminen edellyttää riittävien voimavarojen suuntaamista toimeen. Haasteena on hankintojen laaja kirjo. Onnistuessaan toimi voi synnyttää kokemusten vaihtoa ja synergiaa eri toimien välillä.

Julkisilla hankinnoilla on potentiaalisesti suuri merkitys innovaatioiden edistäjinä ja uusien liiketoimintamahdollisuuksien synnyttäjinä. Laki julkisista hankinnoista ja käyttöoikeussopimuksista (1397/2016) korostaa innovaatioiden roolia ja tarjoaa hankintayksiköille eri keinoja edistää innovatiivisia ratkaisuja hankinnoissa. Koska uusi laki poikkeaa tältä osin merkittävästi edeltäjästään (348/2007) on ennakoitavissa, että käytäntöjen muutos vaatii johdonmukaista työtä ja koulutusta ennen kuin laki muuttaa toimintaa merkittävästi.

### Taulukko L17. Joustokeinot

Linjaus/toimi (energia- ja ilmastostrategia = E&I, KAISU)		Oletettu vaikutusketju vaikutusten taustalla	Merkittävimmät vaikutukset taakanjakosektorilla tapahtuvien KHK-päästövähennysten lisäksi
E&I	<i>Joustokeinojen käytöstä tehdään jatkovalmistelussa erillinen, yksityiskohtainen suunnitelma huomioon ottaen päästövähennystavoite.</i>	Joustokeinoilla tavoitellaan taloudellista tehokkuutta.	Vaikutukset riippuvat siitä, miten paljon ja mitä joustomekanismeja päädytään käyttämään ja mistä syystä.
E&I	<i>Jatketaan uusien kustannustehokkaiden päästövähennystoimien identifiointia samalla kun laaditaan suunnitelma taakanjakosektorin joustomekanismien käytöstä kaudella 2021-2030 ottaen huomioon käsiteltävinä olevien EU-lainsäädäntöehdotusten (taakanjakoasetus ja LULUCF-asetus) neuvottelutulokset. Varaudutaan päästövähennystoimien käytön laajentamiseen ja tehostamiseen kauden loppua kohti.</i>	Suunnitelmallinen työ parantaa edellytyksiä toteuttaa toimia kustannustehokkaasti.	Parantaa valmiuksia strategian päivittämiselle, yhteiskunnan kehittämiselle vähähiliseen suuntaan ja ratkaisujen viennin edistämiseksi. Vaikutavuus riippuu toteutuksesta ja muun muassa T&K-panostuksista ja niiden suuntaamisesta.

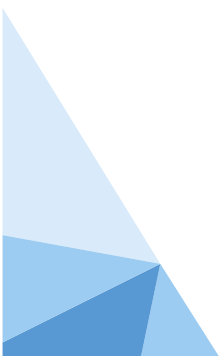


# Nielupolitiikka

Taulukko L18. Nielupolitiikka

Linjaus energia- ja ilmastostrategiassa	Ympäristövaikutusten syntymisen kannalta relevantti vaikutusketju	Merkittävimmät ympäristövaikutukset
<i>Vaikutetaan aktiivisesti EU:n maankäyttösektoria koskevaan asetusehdotukseen ja sen laskentasaäntöihin siten, että (i) metsien lisääntyvä, kestävä ja monipuolinen käyttö on mahdollista, (ii) laskentasaännöt heijastelisivat todellisia nieluja ja päästöjä ja että (iii) myös metsistä syntyviä nieluysiköitä voitaisiin käyttää rajoitetusti taakanjakosektorin velvoitteen saavuttamiseen kaudella 2021 - 2030.</i>	EU-vaikuttamisella mahdollistetaan metsien käytömäärien kasvattaminen ilman, että hakkuiden nielua pienentävä vaikutus aiheuttaa päästörasitetta LULUCF-sektorille ja lisäksi toteutuvasta nielusta osa voidaan lukea hyväksi taakanjakosektorin päästövelvoitteita täytettäessä. Tämä edellyttää sitä, että hoidetun metsämaan nielun vertailutaso asettuu riittävän alhaiselle tasolle.	Vaikutukset riippuvat EU-vaikuttamisen onnistumisesta ja laskentasaäntöjen yksityiskohdista. Mikäli metsien käytön lisäys ei ole mahdollista tai kannattavaa, on sillä merkittäviä vaikutuksia metsähakkeen ja bionesteiden tavoiteltuun tuotantoon ja käyttöön. Metsien lisääntyvän käytön nielua pienentävän vaikutuksen ja todellisen nielun huomioivien laskentasaäntöjen välillä on vaihtosuhte. Laskentasaännöt vaikuttavat metsien käyttöön ja siitä aiheutuviin ympäristövaikutukseen (ks. luvut 4.2, 4.5 ja 4.6) sekä taakanjakosektorin tavoitteen saavuttamiseen.
<i>Varmistetaan metsien kestävä hoito ja käyttö, ml. suojele, (i) toteuttamalla kansallisen metsästrategian toimenpiteet, (ii) ylläpitämällä metsien terveyttä ja (iii) vahvistamalla metsien kasvua ja hiilensitomiskykyä pitkällä aikajaksolla.</i>	Metsästrategia tarjoaa keinot ottaa huomioon ja yhteen sovittaa relevantit tavoitteet.	Metsästrategian toteuttamisen vaikutukset (ks. Kansallinen Metsästrategia 2025, s. 46-48 sekä luvut 4.2, 4.5 ja 4.6)
<i>Selvitetään puuttomien alueiden metsittämismahdollisuudet (ml. toteuttamiskeinot, kustannukset ja vaikutukset).</i>	Selvitystyö luo perustan resurssien kohdentamiselle.	Lisää hiilinielua, vähentää avoimien alueiden lajitojen elinympäristöjä ja muuttaa maisemaa
<i>Määritellään ja toteutetaan toimenpiteet metsien raivauksen vähentämiseksi erityisesti yhdyskunta- ja liikenne- rakentamisen yhteydessä (mm. kaavoituksen avulla) sekä pellonraivauksen johdosta.</i>	On löydettävissä tehokkaita keinoja, joilla pystytään viemään kehitystä haluttuun suuntaan.	Vähentää LULUCF-sektorin päästöjä, uhkaa luonnonmonimuotoisuudelle ja vesistökuormitusta. Vaikutukset riippuvat toimenpiteistä.
<i>Kehitetään peltojen hiilensidonnann ja -varastojen mittaamisen menetelmiä sekä viljelymenetelmiä, joilla hiilinielua voidaan lisätä. Käynnistetään pilottihanke koskien maatalojen hiilinielujen lisäämistä.</i>	Tietopohjaa parantamalla voidaan tunnistaa toistaiseksi vähän hyödynnettyjä keinoja haluttujen vaikutusten saavuttamiseksi.	Onnistuessaan voivat lisätä maaperän hiilensidontaa. Mahdolliset vaikutukset satoon ja muihin päästöihin, esim. N <sub>2</sub> O. Luotettavat mittausten menetelmät mahdollistavat seurannan ja voivat toimia edistää ohjauskeinojen käyttöönottoa hiilensidonnann lisäämiseksi.
<i>Selvitetään EU:n yhteisen maatalouspolitiikan viherryt-</i>	Ks. yllä	Ks. yllä

<i>tämistuen, täydentävien ehtojen ja ympäristökorvauksen vaikutukset maaperän hiilivarastoihin Suomessa sekä valmistellaan ehdotuksia kuinka tulevassa EU:n yhteisen maatalouspolitiikan uudistuksessa kannustetaan viljelijöitä lisäämään maaperän hyvinvointia, ml. maaperän hiilivarastojen lisääminen ja hiilivarastojen vähenemisen hidastaminen.</i>		
---	--	--



## Sähkömarkkinat ja kaasumarkkinat

Taulukko L19. Sähkömarkkinoiden kehittäminen

Linjaus energia- ja ilmastostrategiassa	Ympäristövaikutusten syntymisen kannalta relevantti vaikutusketju	Merkittävimmät ympäristövaikutukset
<i>Tehokkaat alueelliset ja eurooppalaiset sähkömarkkinat sekä riittävän vahvat rajasiirtoyhteydet ovat toimivin ja kustannustehokkain keino taata sähkön kilpailukykyinen hinta ja toimitusvarmuus. Jotta investoinnit suhtautuvat järjestelmän kannalta oikeaan kapasiteettiin, myös lyhyen aikavälin markkinoiden hintasignaalien pitää heijastaa aidosti sähkön kysyntää ja tarjontaa. Kuluttajien aktivoimiseksi näiden kohtaaman sähkön hinnan tulisi entistä paremmin heijastaa tukkuhinnan vaihtelua.</i>	Markkinoiden kehitys ohjaa koko sähköjärjestelmän rakennetta.	Edesauttaa sähköistymistä, jolla sekä myönteisiä (fossiilisten polttoaineiden korvauminen sähköllä, tuotannon tehostuminen, huipputehon tarpeen väheneminen) että kielteisiä (kulutuksen lisääntyminen) ympäristövaikutuksia. Sähkön kuluttajahinnan lisääntyvä vaihtelu voi saattaa eri väestöryhmät eri asemaan sen suhteen, millaiset mahdollisuudet heillä on reagoida hinnan vaihteluihin ja siten vaikuttaa sähkölaskunsa suuruuteen.
<i>Sähkömarkkinoiden toimintaa kehitetään alueellisten ja eurooppalaisten markkinoiden lähtökohdasta. Pohjois-Suomen ja Pohjois-Ruotsin välille suunniteltu uusi vaihtosähköyhteys on keskeinen hanke riittävien siirtoyhteyksien varmistamiseksi. Tavoitteena on saada Suomen ja Ruotsin välinen uusi 800 MW:n sähköyhteys EU:n PCI-listalle vuonna 2017.</i>	Vaihtelevan sähköntuotannon sekä joustamattoman sähköntuotannon osuuksien kasvaessa siirtoyhteyksien merkitys kasvaa voimakkaasti.	Ks. yllä.
<i>Jatketaan yhteispohjoismaisten vähittäismarkkinoiden edellytysten luomista.</i>	Ks. yllä.	Ks. yllä.
<i>Edistetään kulutuksen ja tuotannon joustavuutta ja aktiivista osallistumista sähkömarkkinoille älykkäiden ratkaisuiden avulla sekä säilytetään edelläkävijäasema älyverkkojen kehityksessä. Älyverkkojen kehittämisellä on keskeinen asema kuluttajien roolin vahvistamisessa, uusiutuvan sähköntuotannon integroinnissa sähköjärjestelmään, toimitusvarmuuden parantamisessa sekä uusien liiketoimintamallien luomisessa.</i>	Älykkäät järjestelmät helpottavat kysyntäjouston lisäämistä, millä vältetään kulu- tushuippuja.	Älykkäät ratkaisut voivat lisätä kuluttajien valmiuksia kysyntäjoustopuoleen, mutta ilman muuta tukevaa ohjausta niillä ei välttämättä yksinään saavuteta merkittäviä muutoksia kulutuskäyttäytymisessä. Taloudelliset kannustimet, osallistava ja vertaisryhmissä tapahtuva neuvonta ja eri kuluttajaryhmille räätälöidyt palvelut lisäävät älykkäillä ratkaisuilla saavutettavia hyötyjä <sup>106</sup> .

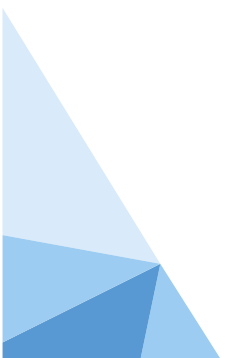
<sup>106</sup> Burchell, K., Rettie, R., Roberts, T. C. Householder engagement with energy consumption feedback: the role of community action and communications. Energy Policy 88 (2016) 178–186.

<i>Kysyntäjousto on keskeinen osa energiatehokkuutta.</i>		
<i>Määritellään sähkötehon riittävyteen liittyvä sähkön toimitusvarmuustavoite.</i>	Ohjaa energiajärjestelmän kehittämistä haluttuun suuntaan.	Parantaa huoltovarmuutta.
<i>Säilytetään tehoreservijärjestelmä ja kehitetään sitä joustavammaksi. Energiaviraston kilpailuttaman tehoreservin kasvattaminen nykyisestä 299 MW:sta noin 600 MW:iin on perusteltua.</i>	Vaihtelevan sekä joustamattoman sähköntuotannon osuuden kasvaessa tehoreservin merkitys korostuu.	Vähentää sähkökatkojen riskiä kulutushuippujen aikana. Ei välttämättä kannusta kulutushuippujen leikkaamiseen.
<i>Valmistellaan hallituksen esitys datahubia koskevasta lainsäädännöstä käsiteltäväksi eduskunnan kevätistunto-kauden 2017 aikana.</i>	Esityksen yksityiskohdat määräävät relevanssin ympäristövaikutusten kannalta	
<i>Säilytetään edellytykset yhdistettyyn sähkön ja lämmön tuotantoon osana toimitusvarmaa, energiatehokasta ja vähäpäästöistä energiajärjestelmää</i>	Luodaan ohjauskeinoja, jotka ylläpitävät yhdistetyn sähkön ja lämmön tuotannon kilpailukykyä.	Luonnonvarojen käytön kannalta tehokasta. Ympäristövaikutukset määräytyvät käytettävien energialähteiden mukaan.
<i>Huolehditaan sähköjärjestelmän kyberturvallisuudesta.</i>	Kiinnittämällä huomiota asiaan voidaan lisätä järjestelmän sietokykyä.	Parantaa huoltovarmuutta. Asettaa ehtoja hajautettujen järjestelmien kehittämiseksi ja tuottaja-kuluttaja toimijoiden osallistumiselle sähköjärjestelmän käyttöön.
<i>Varmistetaan jakeluverkkojen toimitusvarmuustavoitteen toteutuminen ja verkkojen toimitusvarmuuden hyvä taso sekä korvausinvestoinnit.</i>	Luodaan ehtoja verkko-ohjainten toiminnalle	Parantaa huoltovarmuutta. Vaikuttaa jakeluverkkojen kehitykseen.

## Taulukko L20. Kaasumarkkinoiden kehittäminen

Linjaus energia- ja ilmastostrategiassa	Ympäristövaikutusten syntymisen kannalta relevantti vaikutusketju	Merkittävimmät ympäristövaikutukset
<i>Suomen ja Viron välisen Balticconnector-kaasuputken rakentaminen mahdollistaa kaasumarkkinoiden avautumisen ja uudistamisen. Investoinnin valmistuessa luovutaan kaasumarkkinadirektiivin poikkeuksesta ja avataan kaasumarkkinat kokonaan kilpailulle vuoden 2020 alusta lähtien. Uudessa maakaasumarkkinalaisissa luovutaan putkikaasun hintasääntelystä ja otetaan käyttöön kaasun markkinapaikat ja sisämarkkinasäännöt. Tavoitteena on luoda Suomen ja Baltian maiden alueelliset kaasumarkkinat.</i>	Fyysiset yhteydet luovat mahdollisuuksia tehostaa energiantuotantoa ja -käyttöä	Energiamarkkinan laajentuminen parantaa kustannustehokkuutta ja huoltovarmuutta. Voi parantaa edellytyksiä biokaasun tuotannon lisäämiselle, jolla on myönteisiä ympäristövaikutuksia mm. jätehuollossa.

<i>Gasumin siirtoverkko eriyte- tään kaasun myynnistä.</i>	Voi edesauttaa biokaasun tuotannon lisääystä	Ks. Taulukko L5 "Biokaasun tuotanto ja käyttö"
--	---	---



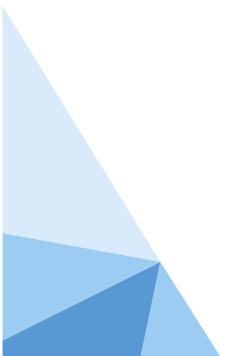


# Energiatehokkuus

Taulukko L21. Energiatehokkuus

Linjaus energia- ja ilmastostrategiassa	Ympäristövaikutusten syntyminen kannalta relevantti vaikutusketju	Merkittävimmät ympäristövaikutukset
<i>Energiatehokkuutta edistetään entistä vahvemmin koko energiajärjestelmän tasolla, niin sähkön, lämmön kuin liikenteenkin osalta. Sähkömarkkinoiden kehittäminen muun muassa kysynnän ja tarjonnan joustavuutta lisäämällä on tärkeässä roolissa. Yhdistetyn sähkön ja lämmön tuotannon edellytysten säilyttäminen on myös olennainen osa järjestelmätason energiatehokkuutta.</i>	Erilaiset ohjauskeinot yhdessä ohjaavat kohti tehokkaampaa ja älykkäämpää energiajärjestelmää.	Parantaa energiatehokkuutta ja huoltovarmuutta ja vähentää kulutuspiikkejä, mikä vähentää energiantuotannon ja -kulutuksen haitallisia ympäristövaikutuksia. Energian käytön tehostuminen riippuu siitä, miten hyvin eri ohjauskeinot toimivat yhdessä.
<i>Jatketaan ja voimistetaan hyviksi koettujen energiatehokkuustoimien laajamittaista käyttöä kaikilla toimialoilla. Kasvavaa huomiota kiinnitetään kuluttajien ja pienten yritysten aktivoimiseen energiatehokkuustoimiin.</i>	Energiatehokkuus paranee läpileikkaavasti koko yhteiskunnassa.	Ks. yllä. Vaikutukset riippuvat siitä, miten hyvin aktiivoinnissa onnistutaan ja miten yksittäisten energiankäyttäjien tehostamistoimet vaikuttavat järjestelmätasolla.
<i>Vaikutetaan EU:n puitteissa valmisteltaviin uusiin energiatehokkuussäädöksiin, niin että niihin sisältyvät mittarit ja arviointikriteerit kohdentuisivat aidosti energiatehokkuuden parantamiseen.</i>	EU-vaikuttamisella saadaan aikaan säädökset, jotka ovat suotuisia energiatehokkaille järjestelmille.	Vaikutukset riippuvat siitä, miten säädökset ohjaavat toimintaa. Energiatehokas järjestelmä ei välttämättä ole vähäpäästöinen.
<i>Kuluttajien energianeuvontaa vauhditetaan ja lisätään osallistamista.</i>	Energianeuvonta osallistaa kuluttajat energiankäytön tehostamiseen.	Vaikutukset riippuvat siitä, miten hyvin osallistamisessa onnistutaan ja miten yksittäisten energiankäyttäjien tehostamistoimet vaikuttavat järjestelmätasolla.
<i>Varmistetaan paikallisten ja alueellisten toimijoiden kanssa yhteistyöhön ja hyvien käytäntöjen monistamiseen perustuvan, kattavan ja oikea-aikaisen kuluttajien energianeuvonnan tarjonta.</i>	Tiedollinen ohjaus muuttaa kuluttajien käyttäytymistä haluttuun suuntaan.	Ks. yllä. Tiedollinen ohjaus voi tuottaa myönteisiä ympäristövaikutuksia, mutta vaikuttavuus edellyttää yleensä useita samaan suuntaan vaikuttavia keinoja (esim. taloudellista ohjausta).
<i>Kansalaisten osallistamisessa energiankäytön suunnittelussa ja kysynnänjoustossa hyödynnetään uutta teknologiaa pienempien kuluttajaryhmien kokoamiseksi riittävän suureksi ryhmäksi.</i>	Osallistamisessa onnistutaan ja kansalaiset ovat halukkaita käyttämään siihen tarvittavaa aikaa.	Parantaa edellytyksiä myönteisiin järjestelmätason vaikutuksiin, jotka riippuvat teknologian kehittymisestä, käyttöönotosta ja sovellettavuudesta. Uuden teknologian hyödyntäminen kansalaisten osallistamisessa voi edistää energiakansalaisuutta ja kuluttajien aktiivi-

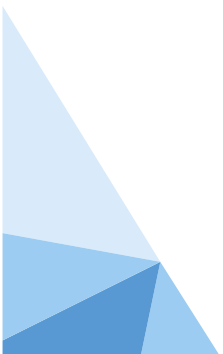
		sempaa roolia energiamurroksessa, mikäli osallistavat toimet koetaan mielekkäiksi ja ne on räätälöity eri kuluttajaryhmille sopiviksi.
--	--	--



## Ilmastonmuutokseen sopeutuminen

Taulukko L22. Ilmastonmuutokseen sopeutuminen

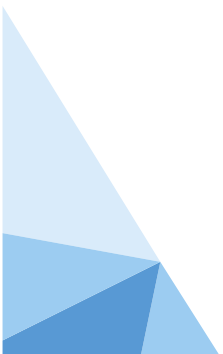
Linjaus energia- ja ilmastostrategiassa	Ympäristövaikutusten syntymisen kannalta relevantti vaikutusketju	Merkittävimmät ympäristövaikutukset
<p><i>Vahvistetaan edelleen Kansallisen ilmastonmuutokseen sopeutussuunnitelman 2022 toimeenpanoa. Erityisesti:</i></p> <p><i>a. Vahvistetaan ilmastonmuutoksen riskien hallintaa muun muassa (i) määrittämällä ilmastonmuutoksen globaalien, alueellisten sekä paikallisten vaikutusten ja riskien merkittävyyttä (ii) kohdentamalla toimia kustannustehokkaasti merkittävimpiin vaikutuksiin, sekä (iii) arvioimalla sopeutumisen taloudellisia vaikutuksia ja sopeutumistoi- mien vaikuttavuutta.</i></p> <p><i>b. Selvitetään mahdollisuuksia sopeutua ilmastonmuutoksesta aiheutuviin ennakoitua rajumpiin vaikutuksiin sekä tuetaan eri toimialojen varautumista näihin. Seurataan Suomeen kohdistuvia ilmastonmuutoksen epäsuoria vaikutuksia maailmalta.</i></p> <p><i>c. Kannustetaan alueellisia ja paikallisia toimijoita sopeutumis- ja varautumistoimenpiteisiin, erityisesti jakamalla tietoa sekä kokemuksia. Selkeytetään edelleen sopeutumisen ja varautumisen vastuita.</i></p>	<p>Selvitystyöllä, seurannalla ja informaatio-ohjauksella edistetään ja kohdennetaan sopeutumistoimenpiteitä.</p>	<p>Vähentää ilmastonmuutoksen haitallisia vaikutuksia yhteiskunnalle mukaan lukien potentiaaliset ja erilaiset ympäristöhaitat. Vaikuttavuus riippuu muun muassa siitä, miten hyvin merkittävimpiä vaikutuksia onnistutaan tunnistamaan riittävän ajoissa.</p>



## Energiateknologia ja -innovaatiot

Taulukko L23. Energiateknologia ja -innovaatiot

Linjaus energia- ja ilmastostrategiassa	Oletettu vaikutusketju vaikutusten taustalla	Merkittävimmät ympäristövaikutukset
<p><i>Energiateknologia ja -innovaatiot voivat toimia merkittävänä talouskasvun moottorina. Suomi panostaa edelleen voimakkaasti uuden teknologian kehittämiseen ja innovaatioiden kaupallistamiseen erityisesti puhtaiden ja älykkäiden energiajärjestelmien, niihin liittyvien tuotteiden ja palvelujen sekä laajemminkin resurssiviisaisten ja käyttäjien tarpeista lähtevien, yhdyskuntien edellyttämien ratkaisujen vauhdittamiseksi.</i></p>	<p>Teknologioiden kehittäminen mahdollistaa siirtymisen kohti toimivaa vähäpäästöistä energiajärjestelmää. Kehitettävät ratkaisut ovat käyttökelpoisia sekä Suomessa että maailmalla.</p>	<p>Teknologian kehittyminen voi tuoda monenlaisia suoria ja välillisiä hyötyjä päästöjen vähentämisessä. Tulokset riippuvat kuitenkin voimakkaasti läpimurroista, jotka voivat edelleen riippua T&amp;K-panostusten määrästä ja kohdennuksesta. Vaikutuksia vaikea määrittää, hyödyt voivat realisoitua (tai olla realisoitumatta) pitkälläkin aikavälillä.</p>
<p><i>Hyödynnetään täysimääräisesti kansainvälinen Mission Innovation -yhteistyö suomalaisten cleantech-yritysten ja alan tutkimuslaitosten verkottamisessa ja kumppanuuksien luomisessa. Tätä varten organisoidaan osana kasvuohjelmalla puhtaan energian ekosysteemi (toimijoiden yhteistyöverkosto) vahvaan julkisen ja yksityisen sektorin kumppanuuteen perustuen.</i></p>	<p>Ks. yllä</p>	<p>Ks. yllä</p>





VALTIONEUVOSTON  
SELVITYS- JA  
TUTKIMUSTOIMINTA

[tietokayttoon.fi](http://tietokayttoon.fi)

ISSN 2342-6799 (pdf)  
ISBN 978-952-287-444-3 (pdf)

